

การจำแนกขนาด ร้อยละการปกคลุม และ ความหนาแน่นของหญ้าทะเล โดยประยุกต์ภาพถ่ายระยะเอียงสูง
จากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก บริเวณอุทยานแห่งชาติ หาดเจ้าไหม จังหวัด ตรัง

พิสุทธิ กวีวังโส

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มิถุนายน 2560

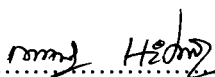
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ พิสุทธิ กวีวังโส ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

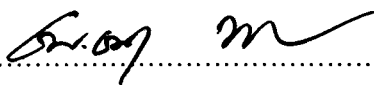


.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.กฤษณีย์ เจริญจิตร)

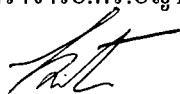


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.กาญจนา หрімเพ็ง)

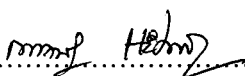
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



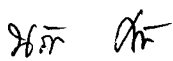
.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์.ดร.อัญญา ประเทพ)



.....กรรมการ
(ดร.กฤษณีย์ เจริญจิตร)

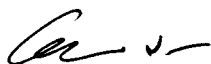


.....กรรมการ
(ดร.กาญจนา หрімเพ็ง)



.....กรรมการ
(ดร. นรินทร์รัตน์ คงจันทร์ตรี)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา



.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัง ศรีสุข)

วันที่ 26 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2560

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ประจำปี 2558 ของมหาวิทยาลัยบูรพา และเงินทุนสนับสนุนจากเงินทุนวิจัยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ภายใต้โครงการ การจัดทำแผนที่หญ้าทะเลและทรัพยากรชายฝั่งโดยประยุกต์หุ่นยนต์ อากาศยานขนาดเล็ก บริเวณหาดหยงหล้าและเกาะมุก อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ดร.กฤษณ์ชัย เจริญจิตร ที่กรุณาให้ความรู้เกี่ยวกับอากาศยานไร้คนขับ และประสบการณ์อีกมากมายทำให้สามารถทำงานวิจัยได้สำเร็จ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.กาญจนา หิรัญเพ็ง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมอาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ที่ให้คำปรึกษา จนสามารถทำงานวิจัยได้สำเร็จ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.อัญญา ประเทพ ที่ได้ให้คำปรึกษาทางในเรื่องชีววิทยาของหญ้าทะเล จนทำให้งานวิจัยสำเร็จมาได้ด้วยดีจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.นรินทร์รัตน์ คงจันทร์ตรี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ที่ให้คำปรึกษา จนสามารถทำงานวิจัยได้สำเร็จ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

งานวิจัยครั้งนี้ส่วนหนึ่งได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ประจำปี 2558 ของมหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณเงินสนับสนุนจากเงินทุนวิจัยจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ภายใต้โครงการ การจัดทำแผนที่หญ้าทะเลและทรัพยากรชายฝั่งโดยประยุกต์หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก บริเวณหาดหยงหล้าและเกาะมุก อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม

ขอกราบขอบพระคุณครอบครัว เพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญู กตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

พิสุทธิ์ กวีวังโส

55910143: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ: หญ้าทะเล/ ระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก/ การจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ/ การจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ/ อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม

พิสุทธิ กวีวังโส: การจำแนกขนาด ร้อยละการปกคลุม และ ความหนาแน่นของหญ้าทะเล โดยประยุกต์ภาพถ่ายรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัด ตรัง (SIZE , PERCENTAGE OF COVERAGE AND DISTRIBUTION OF SEAGRASS USING SMALL UNMANNED AERIAL SYSTEM IN HAD CHAO MAI NATIONAL PARK , TRANG PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์:
กฤษณัยน์ เจริญจิตร Ph.D., กาญจนา หริ่มเพ็ง, Ph.D. 95 หน้า ปี พ.ศ.2560.

หญ้าทะเลเป็นแหล่งทรัพยากรชายฝั่งที่สำคัญ ซึ่งเป็นแหล่งอาหาร และที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ ปัจจุบันหญ้าทะเลมีปริมาณลดลง เนื่องจาก ถูกทำลายจากมนุษย์ และภัยธรรมชาติ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ภาพถ่ายทางอากาศ จากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (Small Unmanned Aerial Vehicle : sUAV) เพื่อจัดทำแผนที่ภาพถ่ายรายละเอียดสูง ของชนิดพันธุ์หญ้าทะเล และความหนาแน่นของหญ้าทะเล โดยภาพจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก จะเป็นภาพสีจริง (RGB camera) และภาพอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared) เพื่อทดสอบการจำแนกระหว่าง การจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel Based Classification) ด้วยขั้นตอนการจำแนกความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood- Classification) กับวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-based Classification) ร่วมกับแบบจำลองฐานกฎ (Rule Based Model) เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกชนิดพันธุ์หญ้าทะเล ผลการศึกษา ในภาคสนามชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลที่พบได้แก่ หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) หญ้าใบมะกูด (*Halophila ovalis*) หญ้าชะเงาเต่า (*Thalassia hemprichii*) เป็นต้น ผลวิธีการจำแนกแบบควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) สูงกว่าเทคนิคการจำแนกเชิงวัตถุ โดยวิธีการจำแนกแบบควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าความถูกต้องโดยรวม 88% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Coefficient) อยู่ที่ 0.84 ส่วนวิธีการจำแนกเชิงวัตถุความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 80% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.71 จึงนำวิธีการจำแนกแบบควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญมาทำแผนที่ การจำแนกร้อยละความหนาแน่นของหญ้าทะเล โดยความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 77% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.69 สำหรับการศึกษาในอนาคต ควรใช้กล้องถ่ายภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral Camera) เพื่อช่วงคลื่นที่เหมาะสมในการจำแนกมากขึ้น

55910143: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc.(ENVIRONMENTAL SCIENCE)
KEYWORDS: SEAGRASS/ sUAS/ PIXEL-BASED CLASSIFICATION/ OBJECT-BASED
CLASSIFICATION/ HAD CHAO MAI NATIONAL PARK
PISUTH KAVEEVANGSO: SIZE , PERCENTAGE OF COVERAGE AND
DISTRIBUTION OF SEAGRASS USING SMALL UNMANNED AERIAL SYSTEM IN HAD
CHAO MAI NATIONAL PARK , TRANG PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE:
KITSANAI CHAROENJIT, Ph.D.,KANCHANA HRIMPENG, Ph.D. 95 P. 2017.

Seagrass ecosystem is importantly known to the marine resources, It also provides a habitat and food of aquatic life. Currently, the seagrass area has decreasing through Human and Natural factors. The ground data and aerial images obtained by the small Unmanned Aerial System (sUAS) were used in this study. The RGB-NIR cameras and the grid flight planning were selected for image capturing. For the seagrass species identification, the Maximum likelihood Classification (MLC) was applied for the pixel based classification and the rule based was applied for the object based classification then compared both methods by the accuracy assessment. The seagrass in this area is shown to species of *Enhalus acoroides*, *Halophila ovalis* and *Thalassia hemprichii*. The highest accuracy is shown in the MLC method as the accuracy of around 88% (Kappa coefficient as 0.8) while the rule based classification is shown to the accuracy around 80% (Kappa coefficient 0.7) these data can be appropriated for the seagrass mapping methodology. Further study will apply the multispectral camera on the sUAS for improve the accuracy of seagrass mapping.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
ขอบเขตงานวิจัย.....	3
สมมติฐาน.....	3
แผนผังวิทยานิพนธ์.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
ความสำคัญของระบบนิเวศหญ้าทะเล.....	6
พื้นที่ศึกษา	7
ลักษณะของหญ้าทะเลแต่ละชนิด.....	10
การสำรวจแหล่งหญ้าทะเล.....	17
การสำรวจแหล่งหญ้าทะเลด้วยการรับรู้ระยะไกลและระบบหุ่นยนต์อากาศยาน..	19
การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ.....	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	28
3.1	28
3.2	29
3.3	31
3.4	34
3.5	41
3.6	42
3.7	43
3.8	45
4	46
4.1	46
4.2	47
4.3	50
4.4	57
5	67
5.1	67
5.2	68
5.3	69
5.4	71
5.5	72

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	76
ภาคผนวก ก.....	80
ภาคผนวก ข.....	83
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	95

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3-1	อุปกรณ์..... 28
3-2	ตารางน้ำลงต่ำสุดในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกภาพในช่วงระหว่างวันที่ 9 -17 ธันวาคม พ.ศ. 2559) 38
3-3	การประเมินสถานภาพแหล่งหญ้าทะเล จัดแบ่งระดับความสมบูรณ์ออกเป็น 4 ระดับ..... 43
4-1	2 ค่า root mean square error จากการปรับแก้ภาพถ่ายเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) บริเวณหาดหยงหล้า..... 48
4-3	ค่า root mean square error จากการปรับแก้ภาพถ่ายเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) บริเวณเกาะมุก 49
4-4	4 แสดงลักษณะของหญ้าทะเลจากภาพถ่ายรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก..... 50
4-5	การเปรียบเทียบค่าการสะท้อนระหว่างค่าการสะท้อน ช่วงคลื่นตามมองเห็น (RGB) กับค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) จากการใช้ดัชนีพืชพรรณ ระหว่าง GRVI และ NDVI 51
4-6	ผลการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพบริเวณพื้นที่เกาะมุก(พื้นที่ตัวอย่าง)..... 52
4-7	พื้นที่หญ้าทะเล(พื้นที่ตัวอย่าง)แต่ละชนิดจากการจำแนกวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ..... 53
4-8	ผลการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกด้วยวิธีจำแนกเชิงวัตถุบริเวณพื้นที่เกาะมุก(พื้นที่ตัวอย่าง)..... 55
4-9	พื้นที่หญ้าทะเล(พื้นที่ตัวอย่าง)แต่ละชนิดจากการจำแนกด้วยวิธีจำแนกเชิงวัตถุ 56
4-10	ผลการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกโดยวิธีควบคุม โดยผู้เชี่ยวชาญ บริเวณ อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม..... 59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4-11	พื้นที่หญ้าทะเลบริเวณหาดเจ้าไหมแต่ละชนิดจากการจำแนกโดยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	60
4-12	ผลการประเมินค่าความถูกต้องการจำแนกร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล.....	62
4-13	พื้นที่ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล.....	63
4-14	ระยะห่างจากฝั่งเฉลี่ยด้วยสมการ Euclidean Distance method บริเวณหาดหยงหล้า.....	65
4-15	ระยะห่างจากฝั่งเฉลี่ยด้วยสมการ Euclidean Distance method บริเวณเกาะมุก.....	65

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1	แผนผังการศึกษา..... 4
1-1	แผนผังการศึกษา(ต่อ)..... 5
2-1	แผนที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม..... 7
2-2	ส่วนประกอบของหญ้าทะเล..... 10
2-3	หญ้าคาทะเล 12
2-4	หญ้าต้นหอมทะเล 12
2-5	หญ้าย่อยชายทะเล..... 13
2-6	หญ้าตะกานน้ำเค็ม 13
2-7	หญ้าชะเงาใบมน..... 14
2-8	หญ้าชะเงาใบป็นเลื้อย 14
2-9	หญ้าชะเงาเต่า..... 15
2-10	หญ้าเงา หรือหญ้าใบมะกรูด หรือหญ้าอำพัน..... 15
2-11	หญ้าเงาใบเล็ก..... 16
2-12	หญ้าเงาใส..... 16
2-13	หญ้าเงาแคะ 15
2-14	หุ่นยนต์อากาศยานชนิดหลายใบพัด (Multi-rotor)..... 21
2-15	หุ่นยนต์อากาศยานชนิดแบบปีก (Fixed wing)..... 21
3-1	แผนผังขั้นตอนการศึกษา..... 30
3-2	พื้นที่บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม..... 31
3-3	ตัวอย่างการวางแผนการวางแปลงสุ่มตัวอย่าง Line Transect Sampling และ Quadrat Sampling..... 32
3-4	ค่าการสะท้อนพลังงานของหญ้าทะเลแต่ละชนิดและทราย..... 33
3-5	ตัวอย่างการวางแผนการบินแบบกริด..... 34

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-6 แสดง Over lap และ side lap.....	35
3-7 ภาพถ่ายช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้และภาพถ่ายช่วงคลื่นตามองเห็น.....	35
3-8 ข้อมูลภาพดิบ(Raw Image) ที่ได้หุ้ยนต์อากาศยานขนาดเล็ก.....	36
3-9 การจัดเรียงภาพ (Image alignment) ในการทำ Orthomosaic จากการวางแนวบินแบบกริด	37
3-10 ภาพถ่ายรายละเอียดสูงจากหุ้ยนต์อากาศยานบริเวณหาดหยงหล้าและเกาะมุกอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง ที่ทำการ Orthomosaic แล้ว.....	39
4-1 ภาพจากการสำรวจภาคสนาม.....	47
4-2 จุดการบันทึกภาพจากหุ้ยนต์อากาศยานบริเวณหาดหยงหล้า ตามแนวบินแบบกริด.....	48
4-3 จุดการบันทึกภาพจากหุ้ยนต์อากาศยานบริเวณเกาะมุก ตามแนวบินแบบกริด.....	49
4-4 แผนที่การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลด้วยการจำแนกวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ บริเวณพื้นที่เกาะมุก (พื้นที่ตัวอย่าง).....	51
4-5 ภาพจากการทำ Multi-scale Segmentation	54
4-6 แผนที่การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ บริเวณพื้นที่เกาะมุก(พื้นที่ตัวอย่าง).....	55
4-7 แผนที่การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลด้วยการจำแนกโดยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัด ตรัง.....	58
4-8 แผนที่การจำแนกร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม.....	61
4-9 แผนที่การวิเคราะห์ความหนาแน่นการกระจายตัวของหญ้าทะเลของกลุ่มหญ้าทะเล(Kernel Density Estimation)บริเวณหาดหยงหล้าและเกาะมุก.....	64

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

หญ้าทะเล (sea grass) เป็นทรัพยากรชายฝั่งที่สำคัญ ซึ่งพื้นที่หญ้าทะเลนั้นอยู่ตามบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเล และเกาะต่าง ๆ ความสำคัญของระบบนิเวศหญ้าทะเลคือ การเป็นผู้ผลิต (Producer) ในห่วงโซ่อาหาร ซึ่งส่วนต่าง ๆ ของหญ้าทะเลโดยเฉพาะใบ จะเน่าเปื่อย ซากที่เน่าเปื่อยสลายตัวลงเรียกว่า ดีทริตัส (Detritus) ซึ่งผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง หญ้าทะเลจะปล่อยอินทรีย์สารที่ละลายน้ำได้สู่มวลน้ำและถูกถ่ายเทออกไปยังนอกเขตชายฝั่ง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญต่อการหมุนเวียนและกักเก็บคาร์บอนในแหล่งน้ำ (Blue carbon) โดยจะเป็นอาหารของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ต่อไป หญ้าทะเลเป็นพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างป่าชายเลน และแนวปะการัง อีกทั้งยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งวางไข่ แหล่งอาหารสำคัญของสัตว์ทะเลที่ใกล้จะสูญพันธุ์ เช่น พะยูน และสัตว์น้ำอีกหลายชนิด เช่น เต่าทะเล กุ้ง ปูม้า นอกจากนี้หญ้าทะเลยังช่วยลดความแรงของกระแสน้ำ ทำให้อัตราการพังทลายของชายฝั่งลดลง ช่วยกรองและปรับคุณภาพน้ำ เนื่องจากหญ้าทะเลนั้นเป็นระบบนิเวศแรก ๆ ที่ได้รับผลกระทบทั้งจากบนแผ่นดินและทะเล ทั้งที่เกิดจากมนุษย์และธรรมชาติ ไม่ว่าจะทางตรงหรือทางอ้อม (กรมทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง, 2556) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะประยุกต์วิธีการสำรวจหญ้าทะเลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในอดีตการศึกษาแหล่งหญ้าทะเลนั้นใช้วิธีการศึกษาแบบ วางแปลงสำรวจแบบเส้นตรง (Line transect) ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างในพื้นที่ซึ่งใช้เวลาและบุคลากรจำนวนมาก ต่อมามีการใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลร่วมกับการสำรวจภาคสนามในการสำรวจหญ้าทะเลโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Imagery) มาทำการวิเคราะห์พื้นที่การเปลี่ยนแปลงหญ้าทะเล เช่นการศึกษาของ Lathrop et al. (2006) และ Phinn et al. (2008) ได้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการศึกษาแหล่งหญ้าทะเล ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียมนั้นไม่สามารถกำหนดช่วงเวลาในการบันทึกภาพได้อย่างอิสระ (Temporal Resolution) ซึ่งในการสำรวจหญ้าทะเลนั้นจำเป็นต้องทำการสำรวจในช่วงเวลาน้ำลงเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งอาจจะมีเมฆบดบัง และรายละเอียดความคมชัดของภาพ (Spatial Resolution) เนื่องจากดาวเทียมนั้นมีรายละเอียดภาพอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งตรงกันข้ามกับภาพถ่ายทางอากาศจาก ระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก สามารถบันทึกข้อมูลได้อย่างอิสระ (Data on demand) และลดปัญหาในการบดบังของเมฆ โดยกล้องที่ติดกับหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กนั้นเป็นกล้องช่วงคลื่นตามองเห็น (Visible Camera) ข้อมูลที่ได้เป็นภาพถ่ายรายละเอียดสูง

(Very High Resolution : VHR) ซึ่งมีความละเอียดต่อพิกเซลอยู่ที่ประมาณ 10 เซนติเมตรต่อ 1 พิกเซล

โดยงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบวิธีการจำแนกหญ้าทะเลด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel based classification) และวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object based classification) โดยใช้ดัชนีพืชพรรณ NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)(สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552) ช่วยในการจำแนกร่วมกับกล้องอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared :NIR) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนก และคุณสมบัติการสะท้อนของวัตถุ (Spectral Reflectance) ช่วยในการจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเล

ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจในการใช้การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) จากระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (Small Unmanned Aerial System: sUAS) โดยเลือกพื้นที่บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม ซึ่งเป็นแหล่งหญ้าทะเลที่สำคัญของประเทศ พบหญ้าทะเลทั้งหมด 6 ชนิด จาก 11 ชนิด (สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2534)

ในงานวิจัยนี้จะมุ่งประเด็นวิจัยในการประยุกต์ภาพถ่ายทางอากาศจากระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กในการสำรวจพื้นที่หญ้าทะเล เพราะภาพที่ได้นั้นมีความละเอียดสูง (Very high Resolution : VHR) และสามารถกำหนดช่วงเวลาได้อย่างอิสระ รวมทั้งพัฒนาแบบจำลองในการจำแนกชนิดพันธุ์หญ้าทะเลโดยใช้ขนาดของใบเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม เพื่อเป็นพัฒนาในการสร้างรูปแบบการจำแนก และและเป็นแนวทางสำหรับวิธีการสำรวจรูปแบบใหม่โดยใช้ระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อจัดทำแผนที่รายละเอียดสูงของหญ้าทะเล ได้แก่ แผนที่การกระจายตัวในแต่ละชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเล แผนที่การปกคลุมในแต่ละชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเล และแผนที่การประมาณความหนาแน่นของหญ้าทะเลโดยประยุกต์ภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง

2. เพื่อทดสอบวิธีการจำแนกชนิดพันธุ์หญ้าทะเล จากขนาดของใบเป็นเกณฑ์ในการจำแนก โดยประยุกต์เทคนิคการสำรวจระยะไกล ระหว่างการจำแนกแบบ วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel based classification) และ วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object based classification)

ประโยชน์ที่ว่าจะได้รับ

1. ได้องค์ความรู้ใหม่ในด้านการพัฒนาเทคนิคการสำรวจภาพถ่ายที่มีประสิทธิภาพสูง
2. ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศรายละเอียดสูง เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรภาพถ่ายในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ขอบเขตงานวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง บริเวณชายฝั่งหาดหยงหล้า และบริเวณชายฝั่งเกาะมุก พิกัดทางภูมิศาสตร์ คือ 534068 E 8147258 N โดยใช้ระบบพิกัดกริดแบบยูทีเอ็ม (Universal Transverse Mercator :UTM) แบบจำลองโลก WGS 1984 Zone 47N หรือ อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 7 องศา 17 ลิปดา - 7 องศา 32 ลิปดา เหนือ และเส้นแวงที่ 99 องศา 13 ลิปดา - 99 องศา 29 ลิปดา

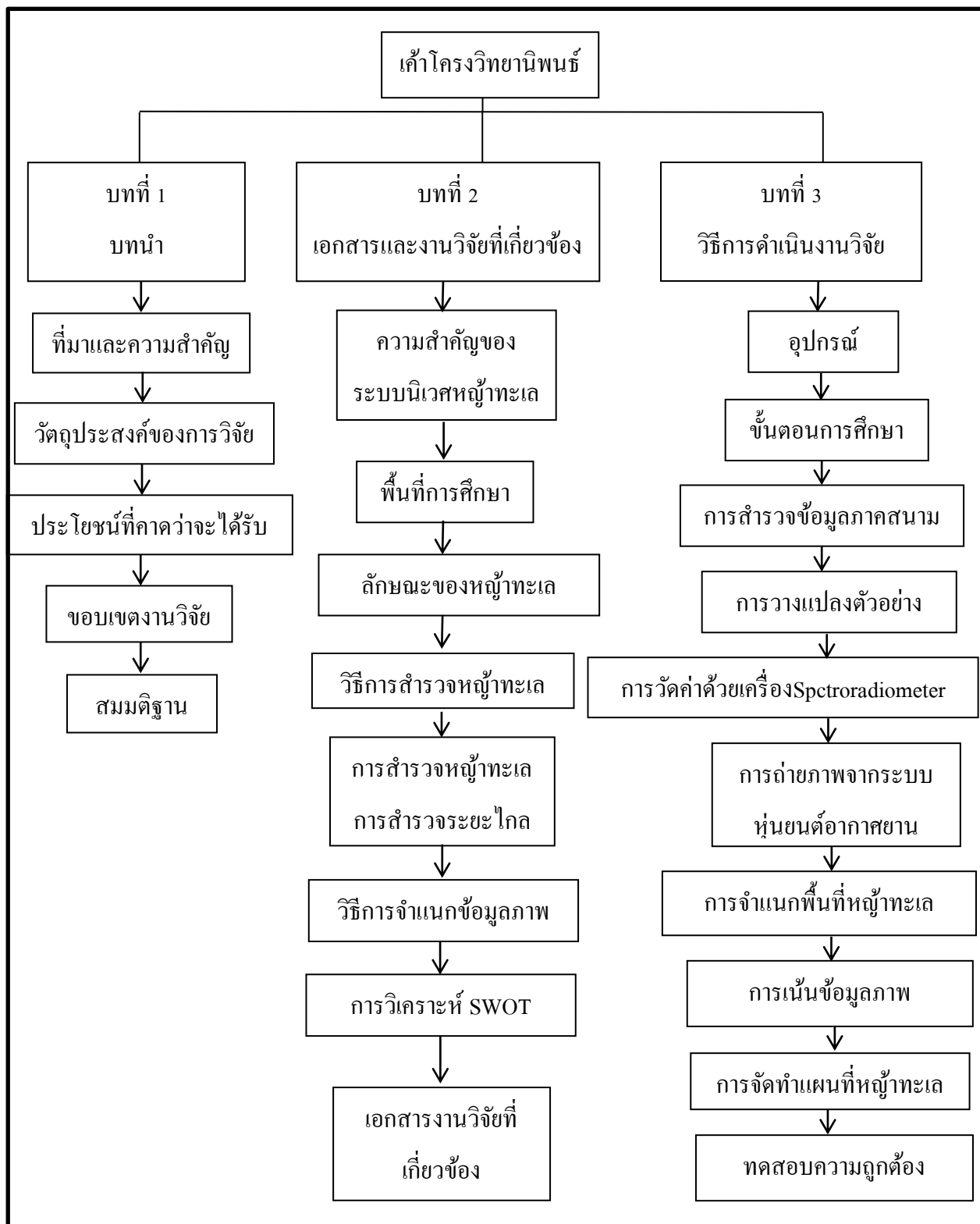
2. ชนิดของข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กจากกล้องช่วงคลื่นตามองเห็น (Visible camera) ช่วงคลื่น RGB

3. เปรียบเทียบความถูกต้องโดยรวมของวิธีการจำแนกระหว่าง วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel based classification) แบบวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ (Supervised classification) โดย Algorithm แบบความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood classification) กับ วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object based classification) ร่วมกับแบบจำลองฐานกฎ (Rule based model) ดังแสดงในแผนผังวิทยานิพนธ์ในภาพที่ 1-1 และ 1-2

สมมติฐาน

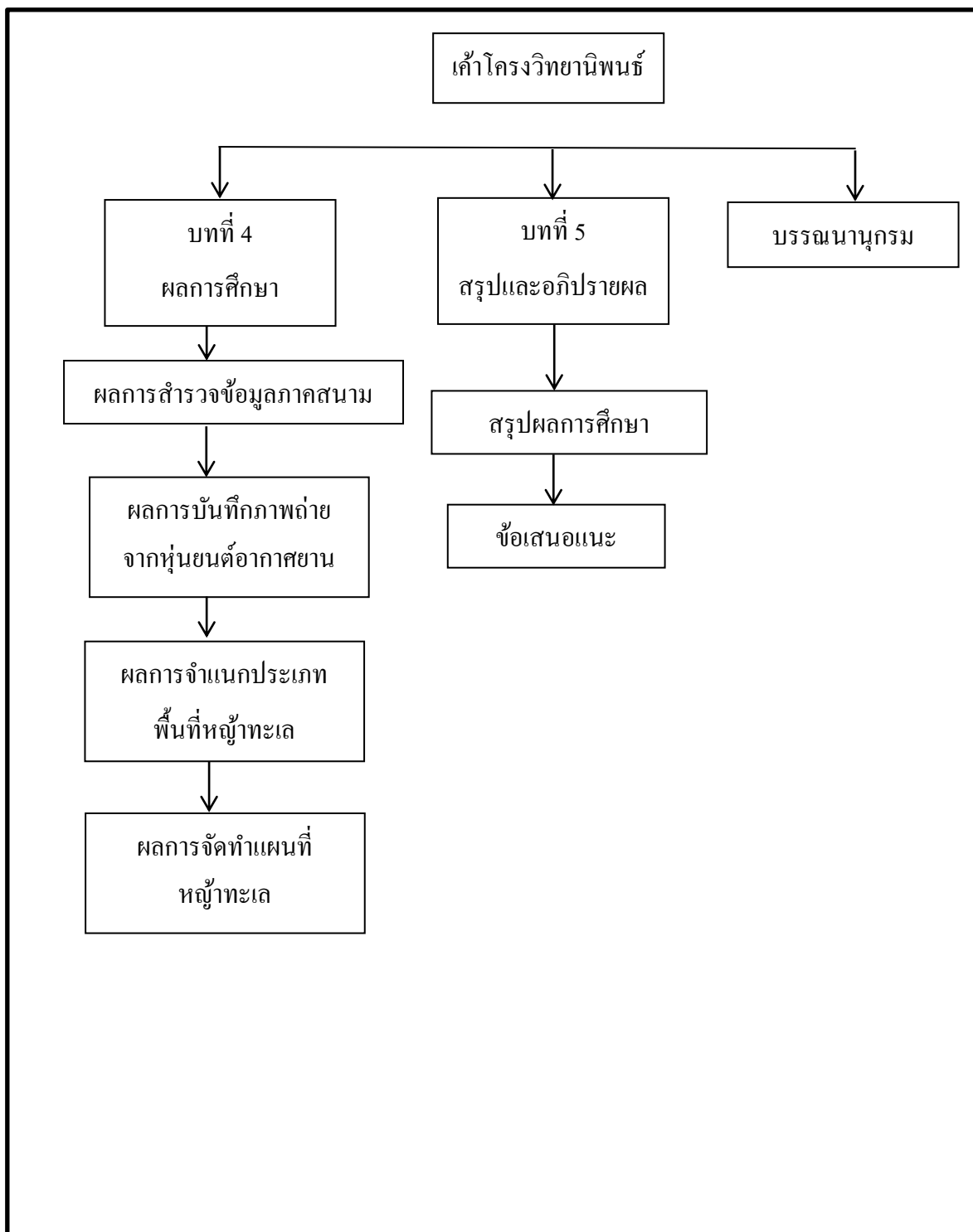
ภาพถ่ายรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กนั้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกภาพถ่ายแต่ละชนิดได้ โดยวิเคราะห์จากข้อมูลเชิงคลื่น (Spectral information) และข้อมูลเชิงพื้นผิว (Textural information) และสามารถข้ามขีดจำกัดของดาวเทียมที่มีความละเอียดของภาพที่ต่ำ

แผนผังวิทยานิพนธ์



ภาพที่ 1-1 แสดงแผนผังการศึกษา

แผนผังวิทยานิพนธ์(ต่อ)



ภาพที่ 1-1 (ต่อ)

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.1 ความสำคัญของระบบนิเวศหญ้าทะเล

หญ้าทะเลพบว่ามีอยู่ประมาณ 50 ชนิด แพร่กระจายอยู่ทั่วโลก ตามชายฝั่ง และเกาะต่าง ๆ ความสำคัญของหญ้าทะเลที่มีต่อระบบนิเวศชายฝั่ง รวมไปถึงคุณค่าทางเศรษฐกิจ อันเนื่องจากการทำการประมงในแนวหญ้าทะเล เช่นการทำการประมง นอกจากนี้ผลของหญ้าทะเลบางชนิด เช่นผลของหญ้าทะเลบางชนิด (หญ้าชะเงาใบยาว) สามารถนำมาบริโภคได้ ตลอดจนกระทั่งนำมาเป็นสมุนไพรรักษาโรคได้ด้วยในบางประเทศ ชาวพื้นเมืองได้มีการนำน้ำทะเลมาใช้ประโยชน์อย่างมากนอกเหนือจากที่กล่าวข้างต้น เช่น ใช้ทำเครื่องจักรสาน เป็นต้น

โดยสามารถสรุปความสำคัญของระบบนิเวศหญ้าทะเลได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.1. หญ้าทะเลเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วทำให้มีผลผลิตโดยเฉลี่ย (กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร /ปี) สูง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 125.30 ± 13.75 กรัม/ตารางเมตร (วิสุทธิ ธีรสัตยวงศ์, 2544) ซึ่งจะเป็นส่วนที่ช่วยสนับสนุนผลผลิตของสิ่งมีชีวิตชั้นต่อไป

2.1.2. ความสำคัญต่อห่วงโซ่อาหารในสามลักษณะ ประการแรกคือ การกินหญ้าทะเลเป็นอาหารโดยตรงของสัตว์ทะเลขนาดใหญ่โดยเฉพาะ เต่า และพะยูน ประการที่สอง สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่บนหญ้าทะเล จะเป็นอาหารโดยตรงของปูปลาบางชนิดที่เข้ามาหากินตอนน้ำขึ้น และ ประการที่สาม คือ เมื่อหญ้าทะเลถูกย่อยสลายก็จะกลายเป็นซากอินทรีย์สารที่มีคุณค่าทางอาหารต่อสิ่งมีชีวิตอื่นอีกเป็นจำนวนมากขบวนการทั้งสามประการนี้จะช่วยให้มีการกระจายพลังงานไปสู่สรรพชีวิตต่อไป

2.1.3. ความเหมาะสมของระบบนิเวศหญ้าทะเลในการที่จะเป็นแหล่งอนุบาลตัวอ่อนแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร และที่กำบังหลบภัยของสัตว์ทะเลหลายชนิด ผลจากลักษณะโครงสร้างของหญ้าทะเลที่มีใบ ลำต้น และรากทำให้สัตว์ทะเลมากมายเข้ามาอาศัยอยู่โดยอาจเข้ามาอยู่อาศัยอย่างถาวรหรือชั่วคราวก็ได้ กลุ่มสัตว์ทะเลที่พบในบริเวณหญ้าทะเลนั้นมีทั้งอยู่ในวัยอ่อนและโตเต็มวัย

2.1.4. ความสามารถของระบบนิเวศหญ้าทะเลในการช่วยลดความเร็วของกระแสน้ำ ลดความแรงของคลื่น และยังช่วยลดการฟุ้งกระจายของตะกอนให้เกิดขึ้นน้อยลง นั่นคือส่วนในการช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ลดการพังทลายให้เกิดขึ้นน้อยลง ทั้งนี้เป็นผลจากโครงสร้างของ

อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมสามารถแบ่งพื้นที่ออกได้เป็น 2 ส่วนได้แก่

-พื้นที่ดินชายฝั่งทะเล รวมทั้งเกาะมุก เกาะกระดาน เกาะแหวน เกาะเชือก เกาะเมง เกาะปลิง และเกาะเจ้าไหม บริเวณชายฝั่งนี้ประกอบด้วยเขาหินปูนสูงชัน ทางตอนเหนือด้านตะวันออกมีเทือกเขาของจันท์ เทือกเขาควนเม็ดยูง เทือกเขาควนแดง ฯลฯ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดต้นน้ำลำธารหลายสายที่มารวมกันเป็นคลองบางสัก ไหลลงสู่แม่น้ำตรัง

-พื้นน้ำ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 137.22 ตารางกิโลเมตร เป็นห้วงน้ำลึก มีความลึกเฉลี่ย 20 เมตร

2.2.2 ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจัดอยู่ในลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น สลับชุ่มชื้น ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทั้งสองด้าน จึงทำให้ฝนตกชุกตลอดปี ทำให้เกิดฤดู 2 ฤดู คือ ฤดูร้อนและฤดูฝน เด่นชัดกว่าฤดูหนาว โดยฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม - เมษายน ส่วนฤดูฝนเริ่มต้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - ธันวาคม อากาศร้อนชื้นถึงชุ่มชื้น อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 2,100 มิลลิเมตรต่อปี

2.2.3 พืชพรรณและสัตว์ป่า

พืชพรรณที่พบในอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมสามารถจำแนกออกได้เป็น ป่าดงดิบ ครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งตอนในบริเวณเขาน้ำราบ บ่อน้ำร้อน ทิศตะวันออกของหาดทราย เป็นส่วนใหญ่ รวมทั้งบนเกาะมุก พันธุ์ไม้ที่พบได้แก่ ยางวาด ตะเคียนหิน ตะเคียนทอง ตำเสา หลุมพอ คอแลน ฯลฯ พืชพื้นล่างเป็นพวกหวายและเถาวัลย์ (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2543) โดยประกอบด้วยป่า 3 ลักษณะดังนี้

ป่าเขาหินปูน พบด้านทิศตะวันตกของเกาะมุก เกาะเชือก เกาะแหวน เกาะปลิง เขาเบนะ เขาหยงหลิง เขามง และเขาเจ้าไหม ประกอบด้วยพืชพรรณเฉพาะพื้นที่ เช่น จันทน์ผา เป้ง สลัดได ขอบป่า เตยเขา ประเภา กัลยไม้ชนิดต่าง ๆ และบอน เป็นต้น

ป่าชายหาด ขึ้นอยู่เป็นบริเวณแคบ ๆ ตามชายหาดและโขดหินที่น้ำทะเลท่วมไม่ถึง พันธุ์ไม้ที่สำคัญ เช่น หูกวาง สนทะเล กระทิง เม่า พื้นที่ราบต่อจากชายหาดเป็นป่าโปร่ง ประกอบด้วยไม้แคระแกร็น พันธุ์ไม้สำคัญได้แก่ เตยมน นนทรี เสม็ดแดง ขอบป่า หนามแท่ง ช้องแมว พืชพื้นล่างเป็นพวกหญ้าชนิดต่าง ๆ

ป่าชายเลน พบในพื้นที่ถัดจากชายหาดเข้ามาในบริเวณหลังที่ทำการอุทยานแห่งชาติ

ตลอดแนวจากหาดปากเมงถึงหาดเจ้าไหมและมีการกระจายอยู่ตามอ่าวของเกาะมุก พันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ โปรง ตะบูน ตะบัน ถั่ว ตาคุ่มทะเล เป็งทะเล เหงือกปลาหมอ จาก และหวายลิง เป็นต้น สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ ได้แก่ หงาทะเล และสาหร่ายทะเล ซึ่งอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมเป็นแหล่งหงาทะเลขนาดใหญ่ครอบคลุมพื้นที่ 3,975 ไร่ ระหว่างแหลมหยงหลิงและเกาะมุกจากการสำรวจพบหงาทะเลขึ้นอยู่ 8 ชนิด ได้แก่ หงาเต่า หงาชะเงาใบยาว หงาชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล หงาชะเงาใบสั้นสีเขียว หงาชะเงาใบสั้นปล้องยาว หงาใบสน หงาผมนาง และหงาใบมะกรูด

สัตว์ที่พบอยู่ในอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจำแนกออกได้เป็น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม พบรวม 51 ชนิด ได้แก่ พะยูง เลียงผา ค่างดำ ค้างแว่นถิ่นใต้ เก้ง กระจงเล็ก เสือไฟ แมวดาว นากเล็กเล็บสั้น ชะมดแผงหางดำ กระเรียนขนหางปลายหูสั้น หนูฟันสีเหลือง และค้างคาวชนิดต่าง ๆ

นก พบรวม 137 ชนิด ได้แก่ นกกระสาคอดำ นกตะกรุม นกยางจีน นกทะเลขาเขียวลายจุด นกนางนวลแกลบพันธุ์จีน นกกก นกเด้าแก้ว และ นกแซงแซวหางบ่วงใหญ่ ฯลฯ

สัตว์เลื้อยคลาน พบ 29 ชนิด ได้แก่ เต่าบึงหัวเหลือง จิ้งจกหางเรียบ ตุ๊กแกหางเรียบ กิ้งก่าสวน แย้จุด เขี้ยว จิ้งจกเขียวท้องเหลือง งูเหลือม งูไซ และงูพังกา เป็นต้น

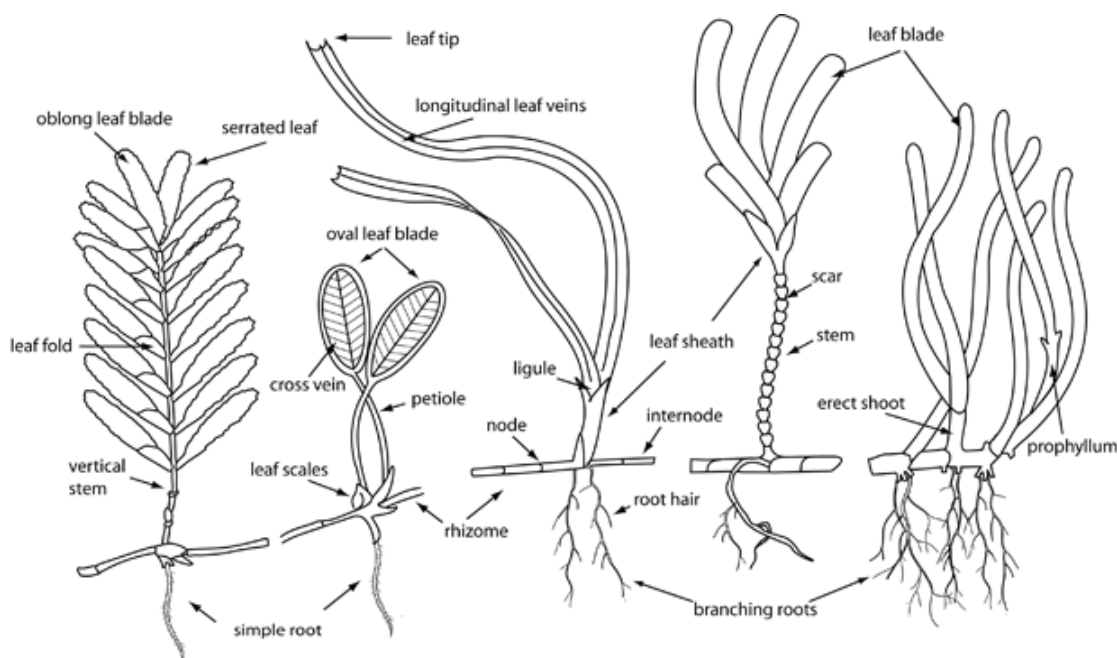
สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก พบ 9 ชนิด ได้แก่ จงโคร่ง คางคกบ้าน กบอ่อง ปาดบ้าน อึ่งอ่างบ้าน เป็นต้น

สัตว์น้ำ อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมเป็นแหล่งระบบนิเวศที่สำคัญทั้งระบบนิเวศป่าชายเลน หงาทะเล และแนวปะการัง จึงเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย อาหาร หลบภัย และอนุบาลตัวอ่อนของสัตว์น้ำนานาชนิด เช่น ปูแสม ปูม้า หอยนางรม หอยตะเกา หอยชักตีน ปลาเก๋า ปลาผีเสื้อ และโลมา เป็นต้น

2.3 ลักษณะของหญ้าทะเลแต่ละชนิด

หญ้าทะเล (seagrass) จัดอยู่ในอาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลักษณะคล้ายหญ้าบก ที่เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณชายฝั่งทะเลน้ำตื้น ในเขตร้อนและอบอุ่น เป็นพืชชั้นสูงกลุ่มเดียวที่สามารถวิวัฒนาการกลับไปดำรงชีวิตในทะเลอีกครั้ง โดยหญ้าทะเลมีการแพร่กระจายตามบริเวณชายฝั่งทั่วโลก ทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตให้กับระบบนิเวศชายฝั่ง ที่สำคัญสามารถบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ระบบนิเวศชายฝั่งและระบบนิเวศทางทะเล มีความสำคัญทางตรงและทางอ้อม เช่นเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ทะเล และเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเล นอกจากนี้หญ้าทะเลยังสามารถใช้รากและใบดูดซึมธาตุอาหารทั้งในตะกอนดินและน้ำทะเลกลับมาสู่มวลน้ำได้อีกครั้ง ทั้งยังมีส่วนช่วยลดความเร็วของกระแสน้ำ กระแสคลื่น และช่วยลดการพังทลายของหน้าดินได้อีกด้วย

ลักษณะสำคัญที่สามารถทำให้หญ้าทะเลสามารถเจริญเติบโตได้ดีในทะเลคือ ดำรงชีวิตอยู่ใต้น้ำได้ตลอดเวลา สามารถเติบโตในน้ำเค็มได้ มีระบบรากยึดลำต้นที่แข็งแรง สามารถทนต่อน้ำขึ้น-น้ำลงและคลื่นได้ และสามารถผสมเกสรใต้น้ำได้ โดยองค์ประกอบของหญ้าทะเลมีดังนี้ (กาญจนภานันท์ ลิ้มโนมนต์, 2534) ดังแสดงในภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ส่วนประกอบของหญ้าทะเล (ที่มา : Len, 2008)

ใบ (leaf) ใบตั้งชูในน้ำมี 4 ประเภทคือ ใบแท้ (Foliage leaf) มีหน้าที่สังเคราะห์แสง มีลักษณะตั้งตรง พบในพืชที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จึงใช้ลักษณะของใบชนิดนี้ในการจำแนกชนิดหญ้าทะเล

ใบเกล็ด (Scale leaf) เป็นใบที่มีลักษณะเล็ก สั้น เปราะใส โพรฟิลลัม (Prophyllum) คือ ใบแรกของแขนงใหม่มีรูปร่างเป็นแผ่นขนาดเล็กบางใส และใบประดับ (Bract) เป็นใบซึ่งเป็นส่วนประกอบของดอก บางครั้งอาจเรียกว่า Spath หรือ Spadix

กาบใบ (Leaf sheath) กาบใบของหญ้าทะเลมีลักษณะคล้ายกับส่วนใบ บริเวณที่กาบใบต่อกับส่วนใบจะมีเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) มีความหนา 2 ชั้นเซลล์ขวางอยู่ เรียกว่า ลิ้นใบ (ligule)

ลำต้นใต้ดินหรือเหง้า (Rhizome) จัดอยู่ในกลุ่มไม่มีเนื้อ (herbaceous) ลักษณะทอดยาวอยู่ใต้ดินและแตกแขนงได้ ทำให้ยึดเกาะพื้นใต้ดิน หากหญ้าทะเลมีการเจริญอย่างหนาแน่น ต้นใต้ดินจะเจริญสานกัน ไปมาคล้ายพรหม ช่วยยึดพื้นดินป้องกันการพังทลายของชายฝั่ง ลำต้นใต้ดินจะแบ่งเป็นข้อ (node) และปล้อง (internode) หญ้าทะเลบางชนิดจะมีลำต้นใต้ดิน 2 ลักษณะคือ มีส่วนลำต้นทอดยาวไปตามพื้น (Horizontal rhizome) และ มีส่วนลำต้นซึ่งแยกออกจากลำต้นที่ทอดยาวตั้งตรงขึ้นมา (Vertical rhizome)

ราก (root) รากของหญ้าทะเลเป็นรากพิเศษ (adventitious root) เจริญออกจากทางด้านล่างของลำต้นใต้ดิน ทำหน้าที่ยึดพื้นดินและดูดซึมอาหาร

ดอก (Flower) หญ้าทะเลมีการผลิตดอกและผลน้อยมาก การเพิ่มจำนวนของหญ้าทะเลส่วนใหญ่เกิดจากการเพิ่มจำนวนต้นละความยาวของลำต้นใต้ดินแบบไม่อาศัยเพศ ดอกของหญ้าทะเลพัฒนามาจากบางส่วนของลำต้นใต้ดิน อาจแยกเพศอยู่รวมต้นเดียวหรือต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของหญ้าทะเล

ในประเทศไทยพบหญ้าทะเลทั้งหมด 12 ชนิด(สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549) ซึ่งแบ่งได้ตามลักษณะของใบ ได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

2.3.1 กลุ่มที่มีใบแบนยาว หรือกลมยาว

2.3.2 กลุ่มที่มีใบสั้นรูปรี

การเรียกชื่อหญ้าทะเลนั้นมีความหลากหลาย โดยขึ้นอยู่กับชุมชนชายฝั่งทะเลแต่ละท้องที่ และยังมีการเรียกต่างกันบ้างในฝั่งทะเลอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน (สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549) เป็นผู้บุกเบิกในการตั้งชื่อหญ้าทะเลภาษาไทย ในฝั่งอันดามัน โดยอาศัย ชื่อพื้นเมืองของชาวบ้านประกอบกับลักษณะเฉพาะของหญ้าทะเลแต่ละชนิด ดังนี้

2.3.1 กลุ่มที่มีใบแบนยาว หรือกลมยาว

ชื่อไทย : หญ้าคาทะเล

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Enhalus acoroides*

ลักษณะ : ใบแบนยาว เส้นขอบใบแข็ง ใบยาวมากถึง 1 ม.

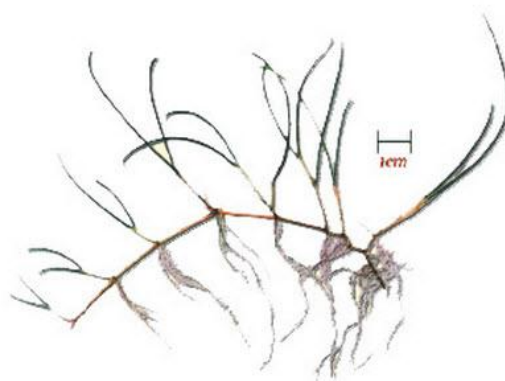


ภาพที่ 2-3 หญ้าคาทะเล (ที่มา : สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549)

ชื่อไทย : หญ้าต้นหอมทะเล

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Syringodium isoetifolium*

ลักษณะ : เส้นใบกลม ยาวได้ถึง 50 ซม.

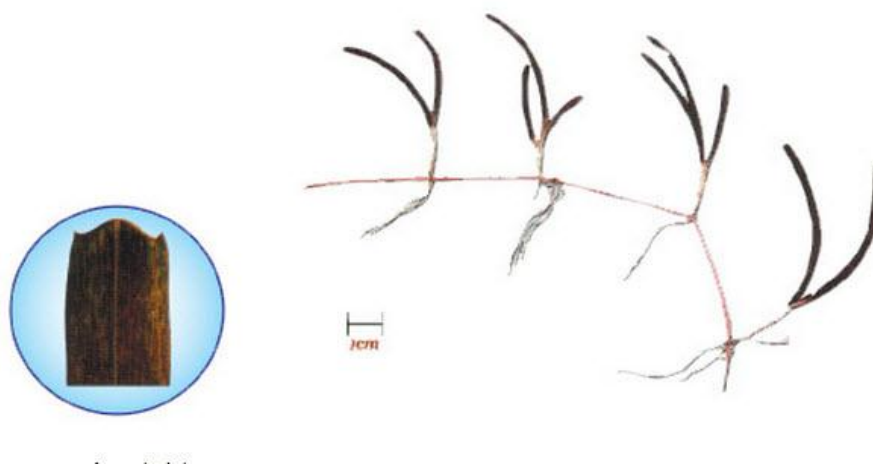


ภาพที่ 2-4 หญ้าต้นหอมทะเล (ที่มา : สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549)

ชื่อไทย : หญ้ากุ่มชายหาด

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Halodule uninervis*

ลักษณะ : ใบแคบ ปลายใบมีรอยหยัก 3 หยัก

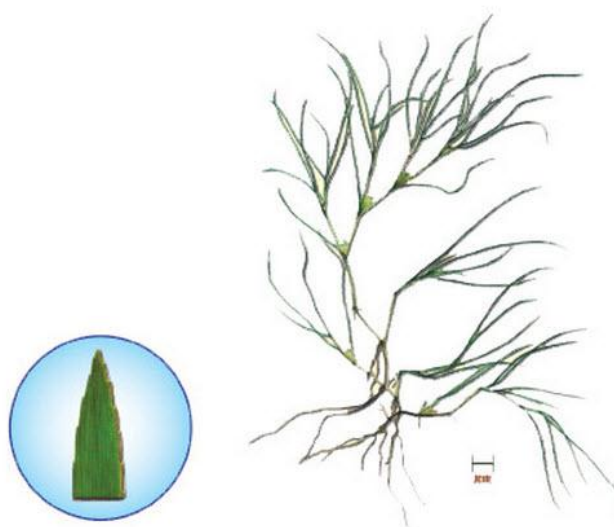


ภาพที่ 2-5 หญ้ากุ่มชายหาด (ที่มา : สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549)

ชื่อไทย : หญ้าตะกานน้ำเค็ม

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Ruppia maritima*

ลักษณะ : ใบกลมขาว ปลายใบแหลม

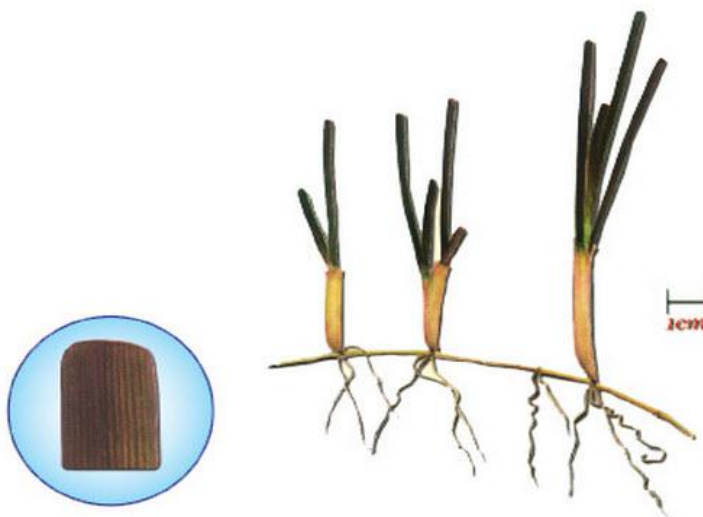


ภาพที่ 2-6 หญ้าตะกานน้ำเค็ม (ที่มา : สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549)

ชื่อไทย : หญ้าชะเงาใบมน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cymodocea rotundata*

ลักษณะ : ใบยาว 7-15 ซม. ปลายใบมน

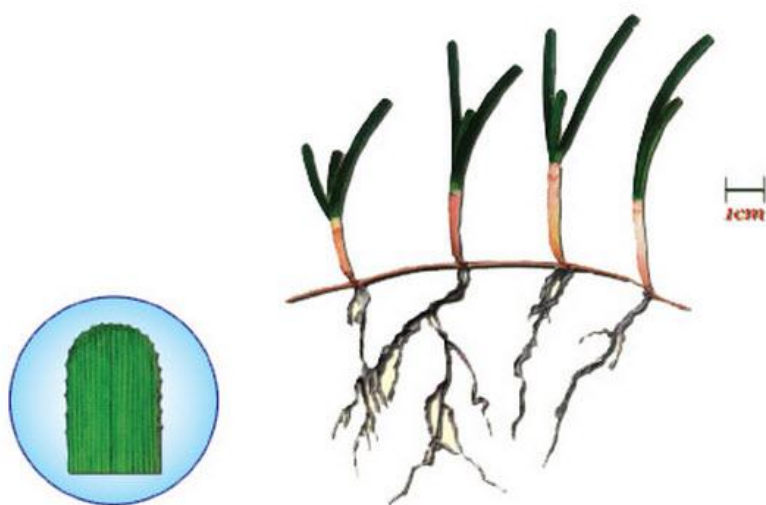


ภาพที่ 2-7 หญ้าชะเงาใบมน (ที่มา : สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549)

ชื่อไทย : หญ้าชะเงาใบฟันเลื่อย

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cymodocea serrulata*

ลักษณะ : ปลายใบมีรอยหยักเล็กๆ



ภาพที่ 2-8 หญ้าชะเงาใบฟันเลื่อย (ที่มา : สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549)

ชื่อไทย : หญ้าชะเงาเต่า

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Thalassia hemprichii*

ลักษณะ : ใบโค้งปลายมน ใบยาว 3-20 ซม.



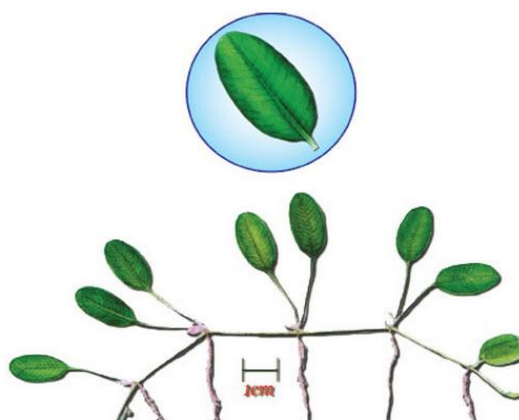
ภาพที่ 2-9 หญ้าชะเงาเต่า (ที่มา : สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549)

2.3.2 กลุ่มที่มีใบแบนสั้นรูปรี

ชื่อไทย : หญ้าเงา หรือหญ้าใบมะกรูด หรือหญ้าอำพัน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Halophila ovalis*

ลักษณะ : เส้นขวางใบ 12-19 คู่ ใบยาว 1-2 ซม.

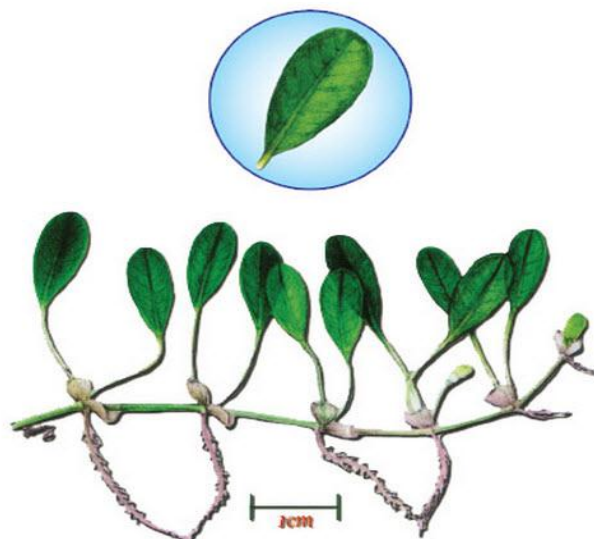


ภาพที่ 2-10 หญ้าหญ้าเงา หรือหญ้าใบมะกรูด หรือหญ้าอำพัน (ที่มา : สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549)

ชื่อไทย : หญ้าเงาใบเล็ก

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Halophila minor*

ลักษณะ : เส้นขวางใบ 6-8 คู่ ใบยาวน้อยกว่า 1 ซม.

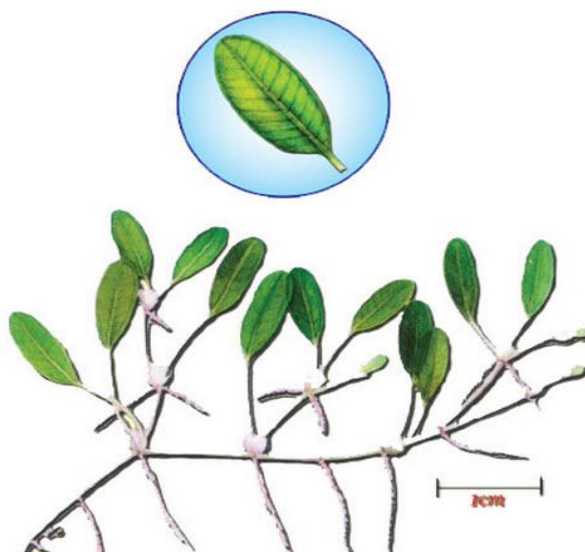


ภาพที่ 2-11 หญ้าเงาใบเล็ก (ที่มา : สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549)

ชื่อไทย : หญ้าเงาใส

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Halophila decipiens*

ลักษณะ : เส้นขวางใบ 6-8 คู่ ใบยาว 1-2 ซม. ขอบใบและใต้ใบมีขน

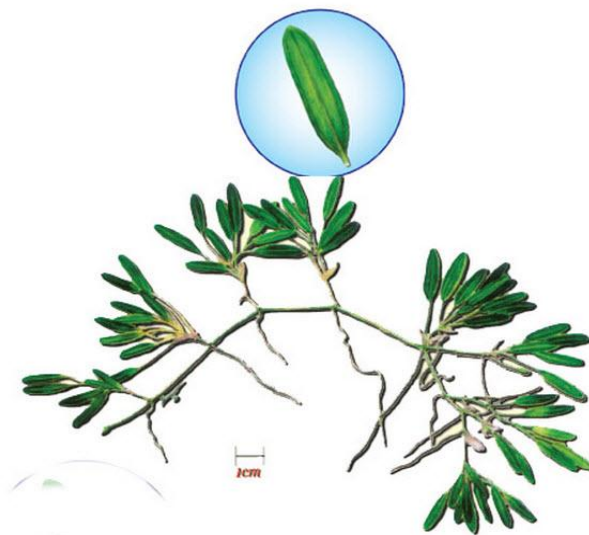


ภาพที่ 2-12 หญ้าเงาใส (ที่มา : สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549)

ชื่อไทย : หญ้าเงาแคะระ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Halophila beccarii*

ลักษณะ : ใบเป็นกระจุก 4-8 ใบ ใบยาวรีมีเส้นขนตามใบ 3 เส้น



ภาพที่ 2-13 หญ้าเงาแคะระ (ที่มา : สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549)

2.4 การสำรวจแหล่งหญ้าทะเล

การสำรวจและการติดตามการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในแหล่งหญ้าทะเล ในอดีตนั้น มีวิธีการสำรวจการเปลี่ยนแปลงโดยลงพื้นที่สำรวจและเก็บข้อมูลในแหล่งหญ้าทะเลนั้นมีวิธีการดังนี้ ได้แก่ 1.การสำรวจแบบเป็นเส้นตรง (Line Transect Method) 2.การสุ่มสำรวจเป็นจุด (Spot Check Method) 3.การใช้ภาพถ่ายเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง (Photo Transect Method) 4.การใช้กล้องวิดีโอในการสำรวจ (Video Transect Method) โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

2.4.1 การสำรวจแบบเส้นตรง (Line Transect Method)

มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาร้อยละการปกคลุมและการแพร่กระจายของหญ้าทะเลในระดับความลึกต่าง ๆ กันอย่างละเอียดโดยข้อมูลนั้นสามารถเป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ศึกษาได้ และยังเป็นวิธีที่ได้นิยมใช้กันมากอีกด้วย ข้อดีของวิธีการนี้คือ ได้ข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และมีความละเอียด ข้อเสีย ใช้กำลังคนมากในการเก็บตัวอย่าง และใช้เวลานาน

แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วางเส้นเทปในแนวตั้งฉากกับชายฝั่งโดยเริ่มจากขอบด้านนอกของแนวหญ้าทะเล เข้าหาชายฝั่ง ความยาวตามความเหมาะสมของลักษณะพื้นที่

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มวางกรอบขนาด 1 x 1 ตารางเมตร ด้านซ้ายและด้านขวาของเส้นเทป เพื่อประเมินร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล

ขั้นตอนที่ 3 วางกรอบขนาด 50 x 50 ตารางเซนติเมตร จำนวน 3 ซ้ำ ในกรอบขนาด 1 x 1 ตารางเมตร ที่วางไว้เพื่อเก็บตัวอย่างหญ้าทะเล ทั้งใบ ลำต้น และราก

ขั้นตอนที่ 4 เก็บตัวอย่างดิน

2.4.2 การสุ่มสำรวจเป็นจุด (Spot Check Method)

วัตถุประสงค์ของวิธีการนี้คือศึกษาร้อยละการปกคลุมและการแพร่กระจายของหญ้าทะเลในระดับความลึกต่างกัน จากการสุ่มพื้นที่ศึกษาในบริเวณกว้าง โดยข้อมูลนั้นสามารถเป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษาได้ ข้อดีของวิธีการนี้คือ สะดวก รวดเร็ว และได้ข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ศึกษาในบริเวณกว้าง ข้อเสีย ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง สำหรับค่าเรือในกรณีที่ไม่สามารถเดินได้ และข้อมูลที่ได้มีความละเอียดน้อยกว่าวิธีการสำรวจแบบเป็นเส้นตรง

แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดจุดสำรวจแบบสุ่มในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง ความยาวตามความเหมาะสมของลักษณะพื้นที่ และใช้เครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก (GPS) บันทึกตำแหน่งทุกจุด 50 เมตร

ขั้นตอนที่ 2 ประเมินร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเลสะสมในแนวกว้าง 5 เมตร ยาว 520 เมตร ดังนั้นจะได้พื้นที่สำรวจเท่ากับ 5 x 50 ตารางเมตร ต่อ 1 จุดสำรวจ โดยเว้นระยะการประเมิน 5 เมตร แล้วจึงทำการประเมินเหมือนเดิม

ขั้นตอนที่ 3 เก็บตัวอย่างดิน ในทุก ๆ 50 เมตร

2.4.3 การใช้ภาพถ่ายเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลง (Photo Transect Method)

วัตถุประสงค์ของวิธีการนี้คือศึกษาร้อยละการปกคลุมและการแพร่กระจายของหญ้าทะเลในระดับความลึกต่างกัน โดยอาศัยเครื่องมือในการเก็บข้อมูลสุ่มพื้นที่ศึกษาสำหรับการวิเคราะห์และการประมวลผลอย่างละเอียดและข้อมูลนั้นสามารถเป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษาได้ ข้อดีของวิธีการนี้คือ รวดเร็ว ได้ข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ศึกษาและมีความละเอียด และสามารถถ่ายภาพเปรียบเทียบในจุดเดิมแต่ช่วงเวลาต่างกันได้ ข้อเสีย ค่าใช้จ่ายสูงในการซื้ออุปกรณ์บันทึกภาพ ใช้เวลาในการวิเคราะห์ภาพถ่ายมาก หากภาพไม่คมชัดอาจจะทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลผิดพลาดได้

แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วางเส้นเทปในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง โดยเริ่มจากขอบด้านนอกของแนวหญ้าทะเล เข้าหาชายฝั่ง ความยาวตามความเหมาะสมของลักษณะพื้นที่

ขั้นตอนที่ 2 วางกรอบขนาด 1 x 1 ตารางเมตร ให้ติดกับด้านซ้ายและด้านขวาของเส้น เทป ด้านละ 2 กรอบ ทำซ้ำทุก ๆ 5 เมตร

ขั้นตอนที่ 3 ตอกหมุดเหล็กกลมลงบนพื้น ขนาดเหล็กความยาวประมาณ 50 เซนติเมตร ทั้ง 4 มุม และตรงกลางของกรอบเพื่อกำหนดให้เป็นตำแหน่งถาวร ในการติดตามการเปลี่ยนแปลง ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเลในครั้งต่อไป ใช้ เครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก (GPS) บันทึก ตำแหน่งทุกจุด

ขั้นตอนที่ 4 ใช้กล้องถ่ายรูปบันทึกร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเลในแต่ละกรอบ ให้ใช้ กำลังขยายกล้องต่ำสุด ทุกครั้งโดยถ่ายรูปให้เห็นกรอบด้วย

ขั้นตอนที่ 5 เก็บตัวอย่างดินทุก ๆ 50 เมตร

2.4 .4 .การใช้กล้องวิดีโอในการสำรวจ (Video Transect Method)

วัตถุประสงค์ของวิธีการนี้คือศึกษาร้อยละการปกคลุมและการแพร่กระจายของหญ้าทะเล แบบสุ่มในพื้นที่ศึกษาในบริเวณกว้างสำหรับการวิเคราะห์และประมวลผลอย่างละเอียด และ ข้อมูลนั้นสามารถบอกระดับความลึกต่าง ๆ กัน โดยอาศัยเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากการเป็น ตัวแทนของพื้นที่ศึกษาได้ ข้อดีของวิธีการนี้คือ สะดวก รวดเร็ว ใช้กำลังคนและเวลาน้อย ได้ข้อมูล ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และมีความละเอียด และสามารถถ่ายภาพวิดีโอเปรียบเทียบในจุดเดิมแต่ ช่วงเวลาต่างกันได้

ข้อเสีย ค่าใช้จ่ายสูงในการซื้ออุปกรณ์บันทึกภาพ

แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วางเส้นเทปในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง โดยเริ่มจากขอบด้านนอกของแนวหญ้า ทะเล เข้าหาชายฝั่ง ใช้ เครื่องระบุพิกัดบนพื้นโลก (GPS) บันทึกตำแหน่งจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด ของเทป เพื่อกำหนดเป็นเส้นถาวรในการติดตามการเปลี่ยนแปลงครั้งต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 ใช้กล้องวิดีโอบันทึกภาพ ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเลตลอดความยาว ของเส้นเทป โดยอาจเลือกด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้ง 2 ด้าน ของเส้นเทปก็ได้

ขั้นตอนที่ 3 เก็บตัวอย่างดินทุก ๆ 50 เมตร

2.5 การสำรวจหญ้าทะเลด้วยการรับรู้ระยะไกลและระบบหุ่นยนต์อากาศยาน

การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing) หมายถึง ระบบสำรวจบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับ พื้นผิวโลกด้วยเครื่องรับรู้ (Sensors) ซึ่งติดไปกับยานดาวเทียมหรือเครื่องบิน เครื่องรับรู้ตรวจจับ คลื่นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนจากวัตถุบนผิวโลก หรือตรวจจับคลื่นที่ส่งไปและสะท้อน กลับมา หลังจากนั้นมีการแปลงข้อมูลเชิงตัวเลขซึ่งนำไปใช้แสดงเป็นภาพและทำแผนที่ การรับรู้

จากระยะไกลมีทั้งระบบที่วัดพลังงานธรรมชาติซึ่งมาจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานที่สร้างขึ้นเองจากตัวดาวเทียม ช่วงคลื่นของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดด้วยระบบการรับรู้จากระยะไกลมีหลายช่วงคลื่น เช่น ช่วงของแสงที่มองเห็นได้ ช่วงคลื่นอินฟราเรด ช่วงคลื่นไมโครเวฟ เป็นต้น การบันทึกข้อมูลหรือรูปภาพของพื้นที่จากเครื่องบินมีลักษณะแตกต่างไปจากการใช้ดาวเทียม เนื่องจากเครื่องบินจะมีข้อจำกัดด้านการบินระหว่างประเทศ ส่วนดาวเทียมจะสามารถบันทึกข้อมูลของบริเวณต่างๆ ของโลกไว้ได้ทั้งหมด เพราะดาวเทียมโคจรรอบโลกอยู่ในอวกาศและมีอุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ(สำนักงานและพัฒนาศาสตร์เทคโนโลยีการเกษตร ,2558)

ปัจจุบันดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติของโลก มีอุปกรณ์ถ่ายภาพที่ติดตั้งอยู่บนดาวเทียมที่ได้รับการออกแบบให้มีความสามารถและรายละเอียดที่เหมาะสม เพื่อใช้ประโยชน์ในการจำแนกประเภททรัพยากรที่สำคัญต่าง ๆ เช่น ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม และได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการติดตามและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรชายฝั่ง เช่น ป่าชายเลน แนวปะการัง และหญ้าทะเล

เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล ได้เข้ามามีบทบาทในการใช้สำรวจและศึกษาแหล่งหญ้าทะเลแพร่หลายมากขึ้น โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Imagery) ในการศึกษาพื้นที่หญ้าทะเล ร่วมกับการสำรวจภาคสนามเพื่อจัดทำแผนที่ชนิดการปกคลุม และแผนที่ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเลดังเช่นการศึกษาของ Pasqualini et al. (2005) ได้ทำการศึกษาทำแผนที่หญ้าทะเลชนิด *Posidonia oceanica* โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 บริเวณทะเลเมดิเตอร์เรเนียน Urbanski et al. (2009) ทำการศึกษาการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียม QuickBird-2 โดยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ เพื่อจัดทำแผนที่หญ้าทะเลบริเวณหาดทรายในเขตน้ำตื้นของทะเล South Baltic

อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ภาพถ่ายที่ได้จากดาวเทียมยังมีข้อจำกัดในด้านรายละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution) ตัวอย่างเช่น ดาวเทียมLANDSAT-8 มีรายละเอียดของภาพ อยู่ที่ 30 x 30 เมตร ดาวเทียม Worldview-2 มีรายละเอียดของภาพอยู่ที่ ประมาณ 1 x 1 เมตรต่อ 1 พิกเซล และช่วงเวลาในการบันทึกภาพ (Temporal Resolution) ซึ่งไม่สามารถกำหนดช่วงเวลาในการบันทึกภาพได้ เนื่องจากพื้นที่หญ้าทะเลนั้นจำเป็นจะต้องทำการบันทึกภาพในช่วงเวลาน้ำลง เพื่อความชัดเจนของหญ้าทะเล โดยดาวเทียมมีข้อจำกัด เช่น ดาวเทียม Worldview-2 มีรอบวงโคจรอยู่ที่ 1-4 วันและเวลาท้องถิ่นในการบันทึกข้อมูล 10.30 น. ดังนั้นระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กจึงสามารถตอบ โจทย์ตรงจุดนี้ได้

2.5.1 ระบบหุ่นยนต์อากาศยาน (Unmanned Aerial System)

หุ่นยนต์อากาศยาน(Unmanned Aerial Vehicle : UAV) หรือ โดรน (Drone) ได้ถูกให้คำจำกัดความโดย องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ หรือ The International Civil Aviation Organization (ICAO) ว่า “Drone is an aircraft without a human pilot aboard.” หรือแปลเป็นไทยได้ว่าอากาศยานไร้คนขับ หรือ หุ่นยนต์อากาศยาน สามารถแบ่งระดับของหุ่นยนต์อากาศได้ดังนี้

- หุ่นยนต์อากาศสำหรับของเล่น (Hobby grade)
- หุ่นยนต์อากาศยานระดับอุตสาหกรรม (Industrial grade)
- หุ่นยนต์อากาศที่ใช้ทางการทหาร (Military grade)

รูปแบบของหุ่นยนต์อากาศยานสามารถแบ่งได้ 2 ชนิดดังนี้

- ชนิดหลายใบพัด (Multi-rotor)
- ชนิดแบบปีก (Fixed wing)



ภาพที่ 2 -14 หุ่นยนต์อากาศยานชนิดหลายใบพัด (Multi-rotor)



ภาพที่ 2 -15 หุ่นยนต์อากาศยานชนิดแบบปีก (Fixed wing)

ช่วยในการสำรวจพื้นที่จากมุมสูง สามารถบันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวได้โดยมีการใช้อย่างแพร่หลาย มีหลายหน่วยงานเล็งเห็นประโยชน์ของเทคโนโลยีนี้ เพื่อใช้ในงานด้านต่างๆ เช่น เกษตรกรรม อุตสาหกรรม การสำรวจที่บริเวณต่าง ๆ

ปัจจุบัน มีการแข่งขันและพัฒนาเทคโนโลยีและSoft ware สำหรับประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายจาก UAV อย่างต่อเนื่องทำให้ค่าใช้จ่ายถูกลงดังนั้นการใช้หุ่นยนต์อากาศยานบันทึกภาพมุมสูงเพื่อช่วยในการสำรวจและจัดทำแผนที่พื้นที่ที่ประสบภัยพิบัติ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้รวดเร็วและประเมินสถานการณ์และความปลอดภัยในการเข้าถึงพื้นที่ที่สามารถช่วยในการวิเคราะห์และวางแผนดำเนินงานปรับปรุงและฟื้นฟูพื้นที่ประสบภัยอย่างมีประสิทธิภาพ และจัดเก็บ เป็นฐานข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการเชิงพื้นที่ต่อไปการสำรวจพื้นที่โดยการถ่ายภาพจากมุมสูง เป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยในการจัดการและวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากวิธีการนี้สามารถติดตามสภาพการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังเกิดภัยพิบัติ รวมถึงช่วยในการจัดทำแผนที่รายละเอียดสูงและสามารถประยุกต์ใช้กับฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ได้อีกด้วย

องค์ประกอบทั่วไปของหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก สามารถขับเคลื่อนได้ด้วยระบบอัตโนมัติ โดยไม่มีนักบินอยู่บนเครื่องบินแต่ควบคุมจากภาคพื้นดินที่อยู่ระยะไกลผ่านระบบสื่อสารระหว่างตัวเครื่องบินกับ สถานีภาคพื้นดิน (Ground Control Station) โดยมีSoftware สำหรับวางแผนเส้นทางการบิน (Auto Planning) ควบคุมการบิน (Flight Control)

สำหรับในปัจจุบันนั้น หุ่นยนต์อากาศยานที่นิยมใช้กันในรูปแบบต่าง ๆ นั้นคือ มัลติโรเตอร์ ที่เรียกอย่างนี้เพราะเป็น โดรนแบบใบพัด แต่ละใบพัดก็มีมอเตอร์ของตัวเอง รูปร่างก็จะคล้ายกับเฮลิคอปเตอร์แต่จะอาศัยใบพัดเยอะกว่า ที่นิยมกันจะเป็นแบบ 4 ใบพัด และ 6 ใบพัด ซึ่งมัลติโรเตอร์นั้นก็มีข้อดีตรงสามารถขึ้น – ลง ในแนวดิ่งได้ (Vertical Take-off and Landing : VTOL) ซึ่งตัวมัลติโรเตอร์เป็นที่นิยมในดัดแปลงในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้งานตามความต้องการของผู้ใช้

2.6 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ

การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ สามารถแบ่งการวิเคราะห์ได้ด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel-based classification) และการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-based classification) โดยทั้ง 2 วิธีนี้มีเทคนิคทางด้านกระบวนการข้อมูลเชิงตัวเลขที่แตกต่างกัน

2.6.1 วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel-based classification)

เป็นเทคนิคการจำแนกโดยพิจารณาค่าการสะท้อนพลังหรือความเข้มของจุดภาพ ซึ่งผลของการจำแนกนี้จะขึ้นอยู่กับวิธีการกำหนดขอบเขตของส่วนประกอบที่เป็นค่าการสะท้อนหรือความเข้มของจุดภาพ

การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image Classification) เป็นการวิเคราะห์เชิงสถิติเพื่อคิดแยกกลุ่มของข้อมูล (จุดภาพ) ที่มีคุณสมบัติทางแสงที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันให้เป็นกลุ่มข้อมูลประเภท (Class) เดียวกัน และคิดแยกกลุ่มข้อมูลที่มี คุณสมบัติทางแสงต่างกันให้ออกจากกัน มีด้วยกัน 2 วิธีการ คือ

การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) และการจำแนกข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification)

2.6.1.1 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification)

เป็นการจำแนกข้อมูลเชิงภาพ อัตโนมัตินี้ด้วยการจัดกลุ่มเชิงสถิติ (Statistical Grouping หรือ Clustering) ที่ใช้คุณสมบัติทางแสง (Spectral Pattern) ของวัตถุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกที่สะท้อนมายังระบบสำรวจระยะไกล (Remote Sensing System) โดยที่ผู้วิเคราะห์ไม่ทราบสภาพลักษณะภูมิประเทศตลอดจนวัตถุที่ ปกคลุมบนพื้นผิวของพื้นที่บริเวณนั้นมาก่อน อย่างไรก็ตามการจำแนกข้อมูลจะต้องกำหนดจำนวนกลุ่มไว้ล่วงหน้าด้วย

2.6.1.2 การจำแนกข้อมูลแบบควบคุม (Supervised Classification) เป็นการจำแนกข้อมูลเชิงภาพ โดยที่ผู้วิเคราะห์ทราบลักษณะภูมิประเทศรวมทั้งประเภทของวัตถุที่ปกคลุมบนพื้นผิวของพื้นที่ในบริเวณที่จะวิเคราะห์ ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวอย่างของข้อมูลแต่ละประเภทบนพื้นผิวที่เรียกว่า พื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) เพื่อเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์เชิงสถิติหลังจากนั้นจึงนำค่าทางสถิติที่ได้นี้ไปทำการวิเคราะห์พื้นที่ภาพทั้งหมดซึ่งจะได้ผลลัพธ์ตามจำนวนประเภทข้อมูลที่กำหนดไว้

2.6.2 การจำแนกเชิงวัตถุ(Object-based Classification)

หลักการของการจำแนกเชิงวัตถุคือ การจำแนกประเภทของข้อมูลภาพเชิงวัตถุ โดยอาศัยคุณสมบัติของวัตถุมาช่วยในการจำแนกประเภทของข้อมูล ตัวอย่างเช่น จุดภาพที่มีค่าการสะท้อนรวมที่ใกล้เคียงกันเข้ามาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ทำให้สามารถแยกวัตถุในภาพออกมาได้ การจำแนกเชิงวัตถุประกอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation) และการจำแนกวัตถุภาพ (Object image classification)

2.6.2.1 กระบวนการการแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation) โดยจะทำการแบ่งกลุ่มของข้อมูลจุดภาพที่มีค่าการสะท้อนใกล้เคียงกันรวมเอาไว้เข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นวัตถุขึ้นมา โดยจะพิจารณาจากค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ มาตรฐานสี ความเรียบ การเกาะกลุ่ม รูปร่าง และข้อมูลค่าการสะท้อนพลังงานของพีชพรรณ

2.6.2.2 การจำแนกประเภทข้อมูล (Object image Classification) ทำการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ โดยจะทำการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Assign Class Algorithm จะสังเกตค่าของคุณลักษณะของวัตถุ (Object Feature) รวมถึงค่าการสะท้อน และค่าอื่นๆ เพื่อนำมาหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของวัตถุที่สนใจในแต่ละประเภท เพื่อนำค่าดังกล่าวมากำหนดให้โปรแกรมทำการคำนวณหาข้อมูลตามเงื่อนไขที่เราให้ค่าจำแนกข้อมูลออกมา

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กาญจนภรณ์ ลีวมโนมนต์ และคณะ(2534) ได้ทำการสำรวจหญ้าทะเลในน่านน้ำไทย พบหญ้าทะเล 12 ชนิด 7 สกุล 2 วงศ์ ได้แก่ *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrunlata*, *Halodlu pinifilia* *Halodule uninervis*, *Ruppia maritime*, *Syringodium isoetifolium*, *Enhalus acoroides*, *Halophila ovalis*, *Halophila beccarii*, *Halophila minor*, *Halophila decipiens* และ *Thalassia hemprichii* พบบริเวณชายฝั่งที่น้ำท่วมถึง ไปจนถึงระดับความลึก 36 เมตร หญ้าทะเลสามารถขึ้นได้ทั้งที่ซึ่งเป็น ดิน โคลน ทราย และซากปะการัง ชนิดที่มีการแพร่กระจายสูงสุดได้แก่ *Halophila ovalis*

ภัทรารุช พุสิงห์ (2548) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์การรับรู้ระยะไกลเพื่อจำแนกแหล่งหญ้าทะเล บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การจำแนกประเภทข้อมูลแบบมีผู้ควบคุม ด้วยวิธีการจำแนกแบบระยะทางสั้นที่สุด การจำแนกแบบเส้นคู่ขนาน และการจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด พบว่าให้ผลดีสำหรับการจำแนกพื้นที่หญ้าทะเลที่มีความหนาแน่น โดยมีขีดจำกัดในการจำแนกแหล่งหญ้าทะเลที่มีขนาดเล็กหรือบริเวณที่มีหญ้าทะเลน้อย โดยมีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 62

อัญชญา ประเทพ (2549) ได้ศึกษาการประเมินผลกระทบจากคลื่นยักษ์สึนามิต่อสาหร่ายทะเลและหญ้าทะเล บริเวณแหลมหยงหล้า และเกาะมุก อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม พบว่าหญ้าทะเลได้รับผลกระทบน้อย อาจเนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นแนวหญ้าทะเลขนาดใหญ่ สำรวจพบหญ้าทะเลทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ *Cymodocea serrunlata*, *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoroides*, *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis* และ *Halophila decipiens* โดย *Enhalus acoroides* เป็นหญ้าทะเลชนิดเด่นในพื้นที่ ส่วนหญ้าทะเลที่พบน้อยที่สุดได้แก่ *Halophila decipiens*

Lathrop et al.(2006) ทำแผนที่การกระจายตัวของหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่ง Barnegat Bay รัฐ New Jersey ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศและใช้ วิธีการจำแนกเชิงวัตถุ (Multi-scale Segmentation) ทำให้เห็นรูปแบบโครงสร้างเชิงพื้นที่ของหญ้าทะเล ซึ่งมีความถูกต้อง 68 % ข้อมูลทั้งหมดนี้ได้มาจากภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งมีข้อดีคือได้ขนาดภาพที่เหมาะสม ทำให้รวดเร็วในการประมวลผล และพบปัญหาในการปรับแก้เชิงรังสีของภาพ (Radiometry collection) ทำให้ส่งผลต่อการจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเล

Phimm et al.(2008) ทำการประยุกต์การสำรวจระยะไกลร่วมกับการสำรวจภาคสนาม ทำการศึกษาชนิดการปกคลุม ร้อยละการปกคลุม และประมาณค่าการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above ground biomass) ของแหล่งหญ้าทะเลในเขตน้ำตื้นน้อยกว่า 3 เมตร บริเวณอ่าว Moreton ประเทศออสเตรเลีย โดยเปรียบเทียบระหว่าง Multi-spectral satellite (QuickBird-2) กับ

Airborne hyper-spectral (CASI-2) มีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 22.69 และร้อยละ 28.11 ตามลำดับ การสำรวจภาคสนามใช้วิธีการ Photo Line Transect

จตุพร พันธุ์ทอง (2554) ได้ทำการศึกษาการประยุกต์การรับรู้ระยะไกลเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลการจำแนกหญ้าทะเล พื้นที่อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี พบว่าการจำแนกหญ้าทะเลด้วยวิธีการ Minimum Distance to Means (MDM) และวิธีการ Maximum Likelihood Classifier (MLC) มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยเท่ากับ 75 % โดยใช้ข้อมูลการดาวเทียม THEOS และได้จำแนกโดยเปรียบเทียบระหว่าง 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูแล้ง และ ฤดูฝน พบว่าวิธีการจำแนกแบบ MLC สามารถจำแนกหญ้าทะเลชนิด *E. acoroides* มีค่าความถูกต้องในฤดูฝน 81.25% ส่วนการจำแนกข้อมูลแบบ MDM สามารถจำแนกหญ้าทะเลชนิด *H. pinifolia* มีค่าความถูกต้องเท่ากันทั้ง 2 ฤดู 89.47 % พื้นที่หญ้าทะเลชนิด *E. acoroides* จากนั้นนำมาหาความเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 1,432.10 ไร่ ในฤดูแล้งเป็น 1,793.70 ไร่ในฤดูฝน ส่วนหญ้าทะเลชนิด *H. pinifolia* มีปริมาณลดลงจาก 1,503. ไร่ในฤดูแล้งเป็น 1,179 ไร่ในฤดูฝน

Lyons et al. (2011) ทำการประยุกต์ใช้การสำรวจภาคสนามร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม QuickBird-2 ในการจัดทำแผนที่ชนิดการปกคลุมของหญ้าทะเลเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างปีค.ศ. 2004 กับปีค.ศ. 2007บริเวณอ่าว Moreton ประเทศออสเตรเลีย มีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 62 และ 80 ตามลำดับ

Ramsewak et al. (2012) ได้ประยุกต์ใช้ระบบหุ่นยนต์อากาศยาน(UAS) ร่วมกับการสำรวจภาคสนาม เพื่อสำรวจการเปลี่ยนแปลงการสะสมของคาร์บอนและมวลชีวภาพในแนวปะการังและหญ้าทะเล บริเวณ Florida Key ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าระบบหุ่นยนต์อากาศยานสามารถให้ผลผลิตภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงได้เป็นอย่างดี

Hodgson et al. (2013) ได้ประยุกต์ระบบหุ่นยนต์อากาศยาน เพื่อสำรวจพะยูนและทรัพยากรชายฝั่งบริเวณ Shark Bay ประเทศออสเตรเลีย โดยกำหนดเขตแดนบินที่แตกต่างกัน ผลการสำรวจพบว่าระบบหุ่นยนต์อากาศยานสามารถเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพเป็นอย่างมากในการสำรวจพะยูนและทรัพยากรชายฝั่ง

Roelfsema et al.(2014)การประยุกต์การสำรวจระยะไกลร่วมกับการสำรวจภาคสนามจัดทำแผนที่ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล บริเวณอ่าว Moreton ประเทศออสเตรเลีย โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงได้แก่ IKONOS, QuickBird-2 และ WorldView-2 โดยแบ่งระดับการปกคลุมเป็น 4 ระดับ(1-10%,10-40%,40-70%,และ70-100%)ด้วยวิธี Semi-automated object based image analysis มีค่าความถูกต้องโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 52 พบว่าการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงนั้นให้ผลดีในการสำรวจแหล่งหญ้าทะเล

วิศรุทธิ์ อินทรเรือง (2557) ได้ทำการแผนที่การจำแนกชนิดหญ้าทะเล และแผนที่ร้อยละการปกคลุม ใน อ่าวป่าคลอกจังหวัดภูเก็ต จากดาวเทียม WorldView-2 โดยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้วยเทคนิคความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood classification) พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 75% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.61 แผนที่ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 73.74% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.64 ตามลำดับ และการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

Gonzales (2015) ทำการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายทางอากาศเพดานบินต่ำ (low - altitude) โดยใช้กล้องดิจิทัล (Digital camera) ช่วงคลื่นตามองเห็น RGB ติดกับบอลูนในการศึกษาแหล่งหญ้าทะเล บริเวณปากน้ำ Sado ประเทศโปรตุเกส โดยเปรียบเทียบการจำแนกระหว่างการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพและการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ และใช้ GPS-RTK ในการปรับภาพเชิงเลขาคณิต พบว่าผลการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุมีค่าความถูกต้องโดยรวมมากกว่า โดยค่าความถูกต้องถูกเฉลี่ยอยู่ที่ 90 – 95 % และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ที่ 0.75 และ 0.7 ตามลำดับ และให้ข้อเสนอแนะว่าการใช้วิธีการนี้ให้ข้อมูลภาพที่มีความละเอียดสูงและใช้งบประมาณในการดำเนินการต่ำ

Bakirman et al. (2016) ได้ทำการศึกษาการปกคลุมของหญ้าทะเล โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ในตอนเหนือของชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียนของตุรกี โดยทำการปรับปรุงข้อมูลภาพด้วยการทำ Radiometric collection Atmospheric collection และ water depth collection ด้วยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ ร่วมกับข้อมูลภาพและวิดีโอใต้น้ำ พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 71.05 % ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในการสำรวจใต้น้ำ

Ventura et al. (2016) ศึกษาการสำรวจระยะไกลโดยใช้ระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก ในการจัดทำแผนที่พื้นที่เพาะเลี้ยงปลา ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้งานง่าย และสะดวกรวดเร็วในการบันทึกภาพ โดยการสร้างโมเดล 3 มิติ จาก Structure from motion (SfM) และนำมาแปลข้อมูลภาพถ่ายด้วยวิธี Maximum Likelihood Classification , ECHO และ object based image analysis พบว่าข้อมูลที่ได้นั้นมีประสิทธิภาพในการสำรวจและแผนที่ทรัพยากรบริเวณชายฝั่ง




บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการศึกษาการจำแนกชนิดพันธุ์หญ้าทะเลโดยประยุกต์ภาพถ่ายรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัด ตรัง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้ 1.การสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม (Field data) 2.การสำรวจระยะไกลโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยาน 3.การจำแนกชนิดพันธุ์หญ้าทะเล 4.จัดทำแผนที่การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเล ซึ่งวิธีการศึกษาประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์

ตารางที่ 3-1 แสดงอุปกรณ์ในการศึกษา

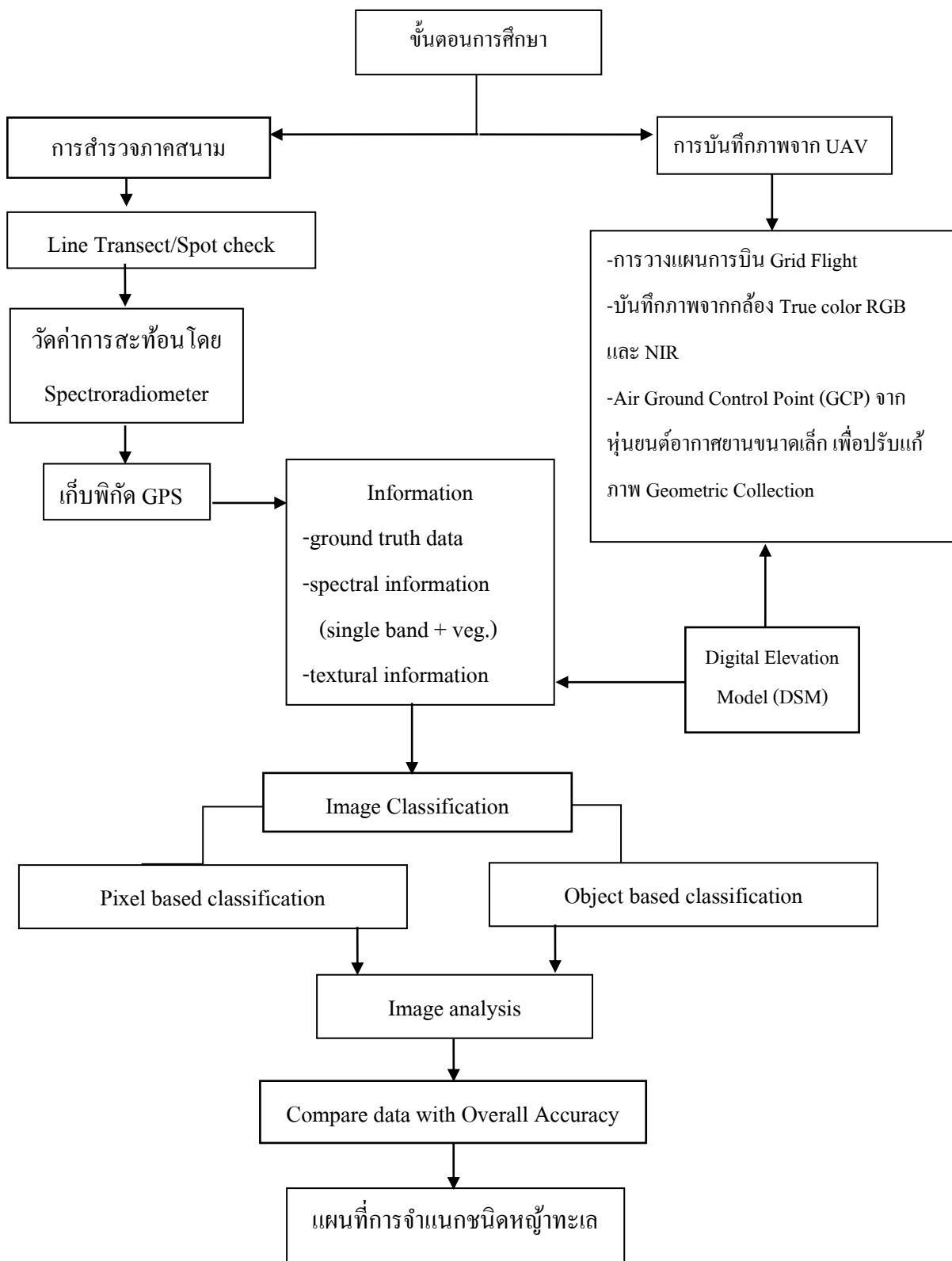
รูปประกอบ	ชื่อ/รุ่น	คุณสมบัติ
	หุ่นยนต์อากาศยาน รุ่น DJI Phantom 3	<ul style="list-style-type: none"> - ระบบหุ่นยนต์อากาศยาน 4 ใบพัด - ระบบ GPS - ระบบ Auto pilot - กล้อง RGB camera
	เครื่องSpectroradiometer รุ่น FieldSpec® HandHeld 2	<ul style="list-style-type: none"> - วัดค่ากำลังงานแสงเชิงสเปกตรัมตั้งแต่ 325-1075 nm
	Dell รุ่น latitude15 3000 Series	<ul style="list-style-type: none"> - หน้าจอ 15.6 นิ้ว - หน่วยความจำหลัก 1 TB - หน่วยความจำรอง 8 GB - Battery 6 cell

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

รูปประกอบ	ชื่อ/รุ่น	คุณสมบัติ
	เครื่องขยายสัญญาณPhantom 3 Long Range Extender System Upgrade	-เพิ่มระยะในการส่งสัญญาณ -เพิ่มความเข้มของสัญญาณ
	Garmin รุ่น GPSMAP 62S Handheld	- หน้าจอขนาด 2.6 นิ้ว - ความละเอียดจอ 160x240 pixel - battery2 AA ใช้งานได้ 20 ชั่วโมง - 2,000 Waypoint - tracklog 10000 จุด
	กล้องอินฟราเรด NGB Converted Canon S110	- ความละเอียด 12 ล้านพิกเซล - ช่วงคลื่นอินฟราเรด

3.2 ขั้นตอนการศึกษา

การจำแนกชนิดพันธุ์หูก้าทะเลโดยประยุกต์ภาพถ่ายระยะเียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยาน บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรังมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้แสดงดังภาพที่ 3-1

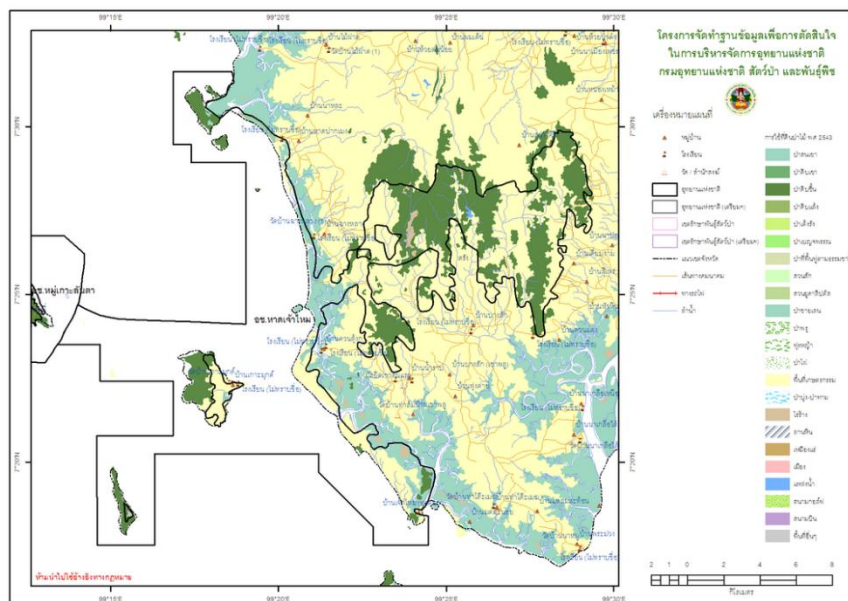


ภาพที่ 3-1 แผนผังขั้นตอนการศึกษา

3.3 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม พิกัดทางภูมิศาสตร์ คือ 534068 E 814725 N มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 144,292.35 ไร่ หรือ 230.87 ตารางกิโลเมตร โดยสามารถแบ่งพื้นที่ออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. พื้นที่ดินชายฝั่งทะเล รวมทั้งเกาะต่าง ๆ พื้นน้ำ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 137.22 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิอากาศของอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจัดอยู่ในลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น สลับชุ่มชื้น ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทั้งสองด้าน จึงทำให้ฝนตกชุกตลอดปี

ศึกษาข้อมูลลักษณะภูมิประเทศบริเวณพื้นที่สำรวจอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม เช่น ลักษณะชายหาด แนวสันทราย ร่องน้ำ บริเวณขอบเขตหุบเขาทะเล



ภาพที่ 3-2 พื้นที่บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม
(ที่มา: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2543)

3.3.1 การวางแผนตัวอย่าง

ขั้นตอนการดำเนินการจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กมีดังต่อไปนี้

การลงพื้นที่สำรวจภาคสนาม สำรวจชนิดหญ้าทะเลในพื้นที่ศึกษา โดยแปลงการสุ่มตัวอย่างแบบQuadrat Sampling ตาม Transect Lines ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้วางแผนแปลงตัวอย่างเป็น

ระบบสุก (non - systematic) โดยจะต้องเก็บข้อมูลพิกัดตำแหน่งของหญ้าทะเล (Ground Truth Collection) โดยในขั้นตอนนี้จะทำการเก็บพิกัดด้วยเครื่องบอกตำแหน่งพิกัดบนพื้นผิวโลก (Global Positioning System : GPS) เก็บข้อมูลแบบ track ตาม Transect Lines ที่ได้ทำการสุ่มตัวอย่าง จากนั้นจะทำการประเมินร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเลที่ปรากฏในควอดเรท โดยจะทำการสำรวจในช่วงเวลาที่น้ำลงต่ำสุดของวัน ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะที่สุดในการศึกษา จากนั้นเก็บตัวอย่างของหญ้าทะเลแต่ละชนิด และทราย เพื่อใช้เครื่อง spectroradiometer วัดค่าการสะท้อนพลังงานของหญ้าทะเลแต่ละชนิด โดยจะนำค่าการสะท้อนพลังงานแต่ละชนิดเพื่อสร้างสัญญาณชีพลักษณะ (Spectral signature) เป็นข้อมูลเพื่อนำไปใช้ร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยาน

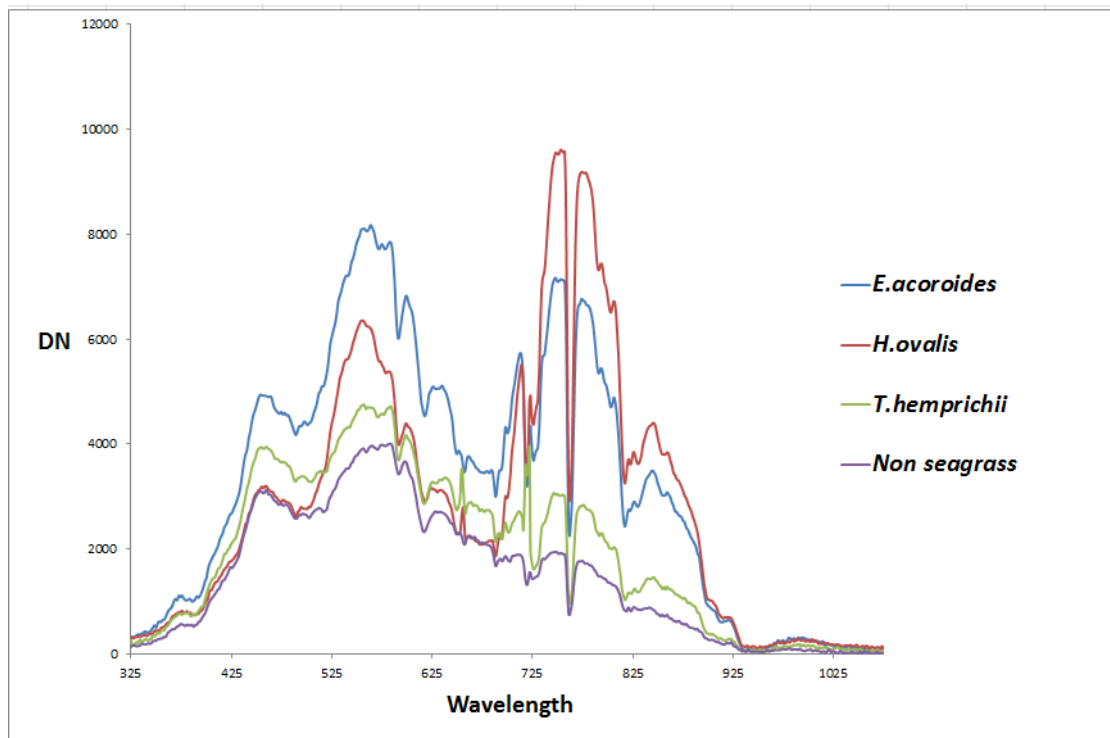


ภาพที่ 3-3 ตัวอย่างการวางแผนสุ่มตัวอย่าง Line Transect Sampling และ Quadrat Sampling

3.3.2 การวัดการสะท้อนค่าด้วยเครื่อง Spectroradiometer

เครื่อง Spectroradiometer นั้น สามารถวัดค่าการสะท้อนระหว่างช่วงคลื่น 325 - 1350 nm. ในการตรวจวัดค่าการสะท้อนพลังงานของหญ้าทะเลเพื่อสร้างสัญญาณชีพลักษณะของหญ้าทะเลแต่ละชนิด (Spectral Signature) ที่ระดับ 50 เซนติเมตร ซึ่งมีค่า Field of view (FOV) เท่ากับ 0.3 ตารางเมตร ทำการวัดค่าการสะท้อนรังสีซ้ำ (Replication) จำนวน 40 ครั้งต่อจุดค่าที่ได้จะถูกบันทึกเป็น raw DN แปลงค่า raw DN จากเครื่อง Spectroradiometer เป็นค่า Reflectance จากนั้นวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยการสะท้อนรังสีจาก 40 ครั้งต่อจุดให้เหลือเพียงจุดเดียว เพื่อเป็นตัวแทนค่าการสะท้อน สุดท้ายทำการกำจัดค่าการสะท้อนที่เกิดจากอิทธิพลของ Atmospheric Water Absorption ทั้งหมด 3 ช่วงทิ้งไป ได้แก่ ช่วงคลื่น 1350 - 1460 nm. , 1790 - 1960 nm. และ 2400 - 2500 nm. เพื่อสร้างสัญญาณชีพลักษณะให้กับหญ้าทะเลแต่ละชนิด

โดยกำหนดหญ้าทะเลที่ใช้เป็นตัวแทนในแต่ละประเภทของการจำแนกข้อมูลดังนี้
 หญ้าใบมะกรูด (*H. ovalis*) แทนกลุ่มของหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็ก หญ้าชะเงาเต่า (*T. hemprichii*) แทนกลุ่มองหญ้าทะเลที่มีใบขนาดปานกลาง และ หญ้าคาทะเล (*E. acoroides*)



ภาพที่ 3-4 ค่าการสะท้อนพลังงานของหญ้าทะเลแต่ละชนิดและทราย

3.4 การบันทึกภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยาน

การสำรวจและทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศนั้นต้องมีการบันทึกภาพในแนวตั้งและภาพที่ได้ต้องมีการบันทึกให้ครอบคลุม ระบบอากาศยานไร้คนขับนั้นสามารถบินได้อัตโนมัติตามรูปแบบแผนการบินที่วางไว้จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งบนอากาศยานร่วมกับการติดตั้งอุปกรณ์การบันทึกภาพหรือเซนเซอร์ทำให้ข้อมูลภาพที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับมีคุณสมบัติที่จะนำมาประมวลผลทำแผนที่ภาพถ่ายรายละเอียดสูง

ในการศึกษาครั้งนี้ทางผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ตัวขยายช่องรับ-ส่งสัญญาณ(Extend Athena Module) ติดกับเครื่องควบคุมหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (Remote Control) เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสัญญาณ และระยะทางจากเครื่องควบคุมให้ไกลขึ้น โดยทางผู้วิจัยได้ทำการทดสอบแล้วว่าสามารถรับ-ส่งสัญญาณได้ไกลกว่าเครื่องควบคุมแบบปกติ ประมาณ 1- 2 กิโลเมตร

3.4.1 การวางแผนการบิน

ในการบันทึกข้อมูลหญ้าทะเลจากภาพถ่ายทางอากาศนั้นจะทำการบันทึกในช่วงเวลาน้ำลง (low -tide) เพื่อให้ได้ภาพพื้นที่หญ้าทะเลที่ชัดเจนช่วงเวลาที่เหมาะสมคือช่วง เช้าตั้งแต่เวลา 6.00 – 11.00 น. เพื่อลดปัญหาการสะท้อนแสงจ้า (Glitter noise problem) ใช้รูปแบบการวางแผน

แนวมบินแบบกริด (grid flight planning) แสดงในรูปที่ จะทำการถ่ายภาพ 2 วินาทีต่อ 1 ภาพ ข้อมูลภาพที่ได้จะเป็น ไฟล์ .JPEG

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ระบบนักบินอัตโนมัติ (Auto Pilot) โดยควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน (Application) DRONE DEPLOY โดยบินถ่ายเป็นแนวอย่างเป็นระบบเพื่อให้ง่ายต่อการประมวลผล โดยที่แนวมบินจะต้องมีการซ้อนทับของภาพทั้งทางด้านหน้า (Overlap) ที่ 80% และด้านข้าง (Side lap) ที่ 60% ในการตั้งความสูงในการบินต้องมีการคำนวณการใช้ความสูงของการบินจากสมการ ดังนี้

$$\frac{GSD}{pixelsize} = \frac{Attitude}{focal}$$

โดยที่ Target Ground Sampling Distance (GSD) คือ 12.75 cm.

Flight altitude คือ 300 m.

เมื่อ

Ground Sampling Distance (GSD) แทน ความละเอียดภาพต่อพิกเซล (เช่นติเมตร/พิกเซล)

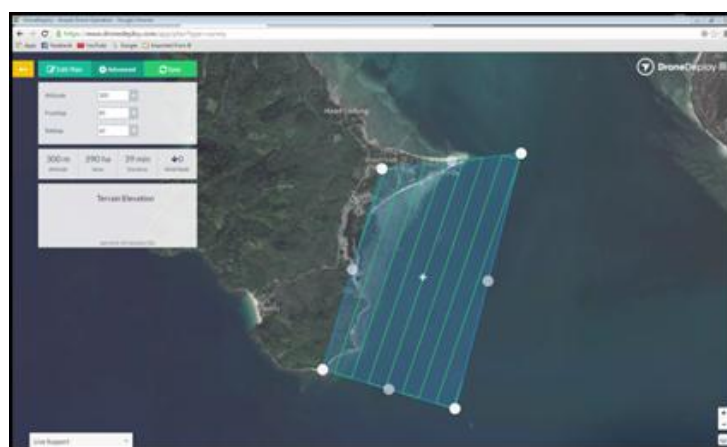
Pixel size แทน ขนาดภาพของกล้อง (µm.)

Altitude แทน ความสูงในการบิน (m.)

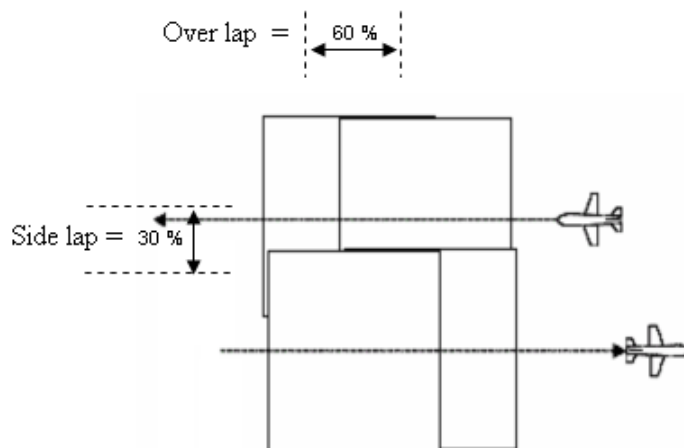
Focal แทน ความยาวโฟกัสของกล้อง (mm.)

จะได้ความสูงในการบินที่ 300 เมตร ความเร็วประมาณ

10-15 เมตรต่อวินาที (ในสภาพอากาศปกติ) ปรับกล้องให้ถ่ายเป็นมุมตั้ง(Nadir)



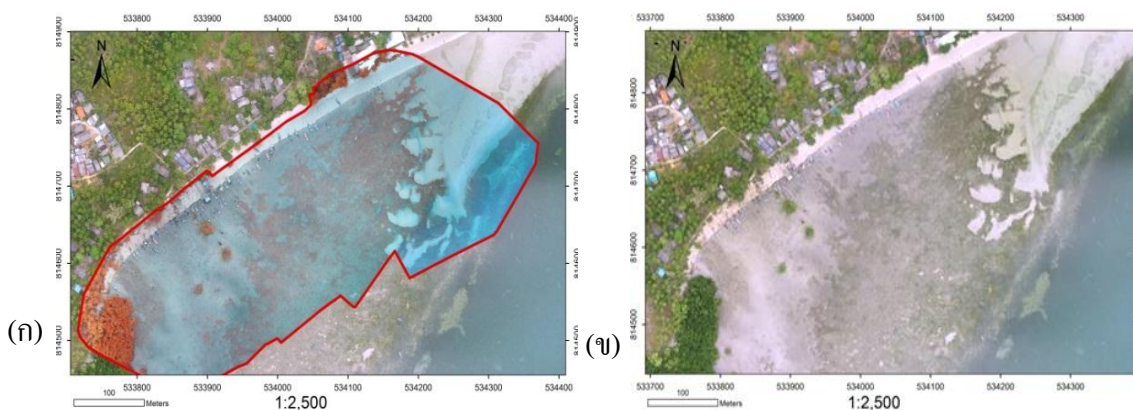
ภาพที่ 3-5 ตัวอย่างการวางแผนการบินแบบกริด (ที่มา: <http://www.dronedeploy.com/>)



ภาพที่ 3-6 แสดง Over lap และ side lap (ที่มา: สุภัญญา ด้วงจุน, 2555)

กล้องที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือกล้องดิจิทัล DJI รุ่น FC300S Resolution : 4000x3000 pixel(12 ล้านพิกเซล), Focal length : 4 mm. ซึ่งเป็นกล้องที่ติดกับตัวหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก และกล้องอินฟราเรด NGB Converted Canon S110. Resolution : 4000x3000 pixel(12 ล้านพิกเซล), Focal length : 4 mm

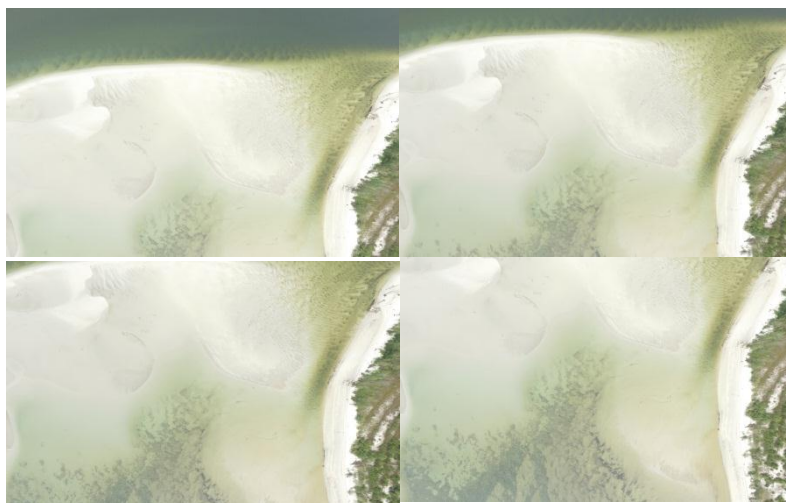
จากนั้นทำการบันทึกภาพถ่ายทางอากาศโดยเลือกช่วงเวลาน้ำลงต่ำสุดของวัน เพื่อให้ได้ภาพพื้นที่ชุ่มน้ำทะเลอย่างชัดเจน ด้วยกล้องบันทึกภาพช่วงคลื่นตามมองเห็นแบบดิจิทัล (Visible camera : RGB) และบันทึกภาพช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared camera : NIR) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำทะเล



ภาพที่ 3-7 ก)ภาพถ่ายช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ข) ภาพถ่ายช่วงคลื่นตามมองเห็น

3.4.2 การทำ Orthomosaic ภาพถ่ายทางอากาศ

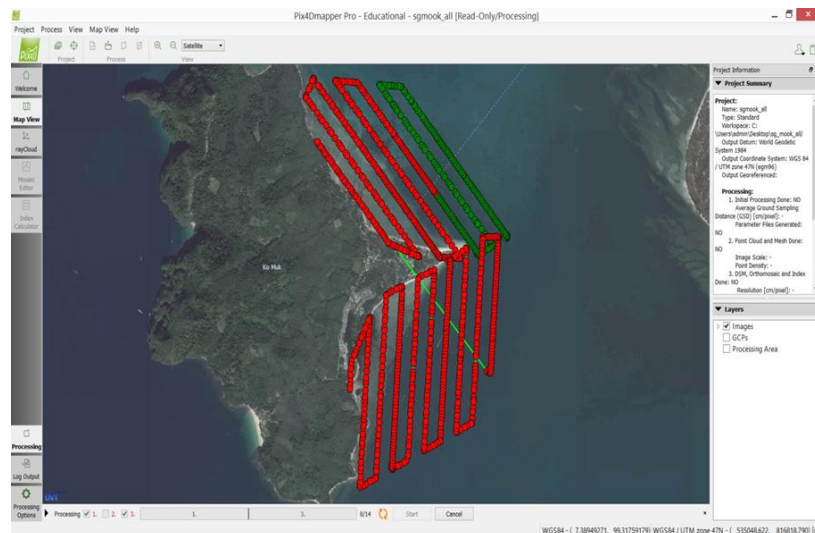
ในการทำภาพออร์โธ (Orthophoto) ทำโดยใช้โปรแกรม PIX4D Mapper Education license ได้รับการอนุเคราะห์จาก คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โดยอาศัยเทคนิคกระบวนการในการประมาณ โครงสร้าง 3 มิติ (structure from motion : SFM)) เป็นเทคนิคที่ประยุกต์รวมเอาความรู้ด้านคอมพิวเตอร์วิชั่น (computer vision), ดิจิทัลโฟโตแกรมเมตรี (digital photogrammetry) และการประมวลผลภาพดิจิทัล (digital image processing) เข้าด้วยกันเพื่อประมาณค่าพิกัดสามมิติ ทั้งของกล้องและวัตถุต่าง ๆ ในภาพโดยอาศัยข้อมูลภาพถ่ายสองมิติ โดยใช้ พิกัดกึ่งกลางของภาพ เพื่อใช้ในปรับแก้ภาพ (Image calibration) การจัดเรียงภาพ (Image alignment) การสร้างจุดภาพ (point cloud) ภาพ orthomosaic และแบบจำลองภูมิประเทศซึ่งจะแสดงพื้นผิวของโลก (Digital Surface Model) โดยอาศัยข้อมูลจาก Image Geotagging หรือ Geolocation เพื่อบ่งบอกถึงการมีพิกัดของภาพ โดยบันทึกพิกัดไปที่ EXIF. File ของภาพ ซึ่งทำได้โดยหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กถ่ายภาพขณะที่เปิดรับสัญญาณ GPS ไปในเวลาเดียวกัน



ภาพที่ 3-8 ข้อมูลภาพดิบ(Raw Image) ที่ได้หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก วันที่บันทึกภาพ

12 ธันวาคม พ.ศ. 2559

การกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) ใช้ Air GCP จากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก ซึ่งตัวหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กนั้นมีระบบรับสัญญาณ GPS ติดกับตัวเครื่อง เพื่อเป็นจุดอ้างอิงในการปรับแก้ภาพถ่ายเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) เพื่อให้มีความถูกต้องมากที่สุด



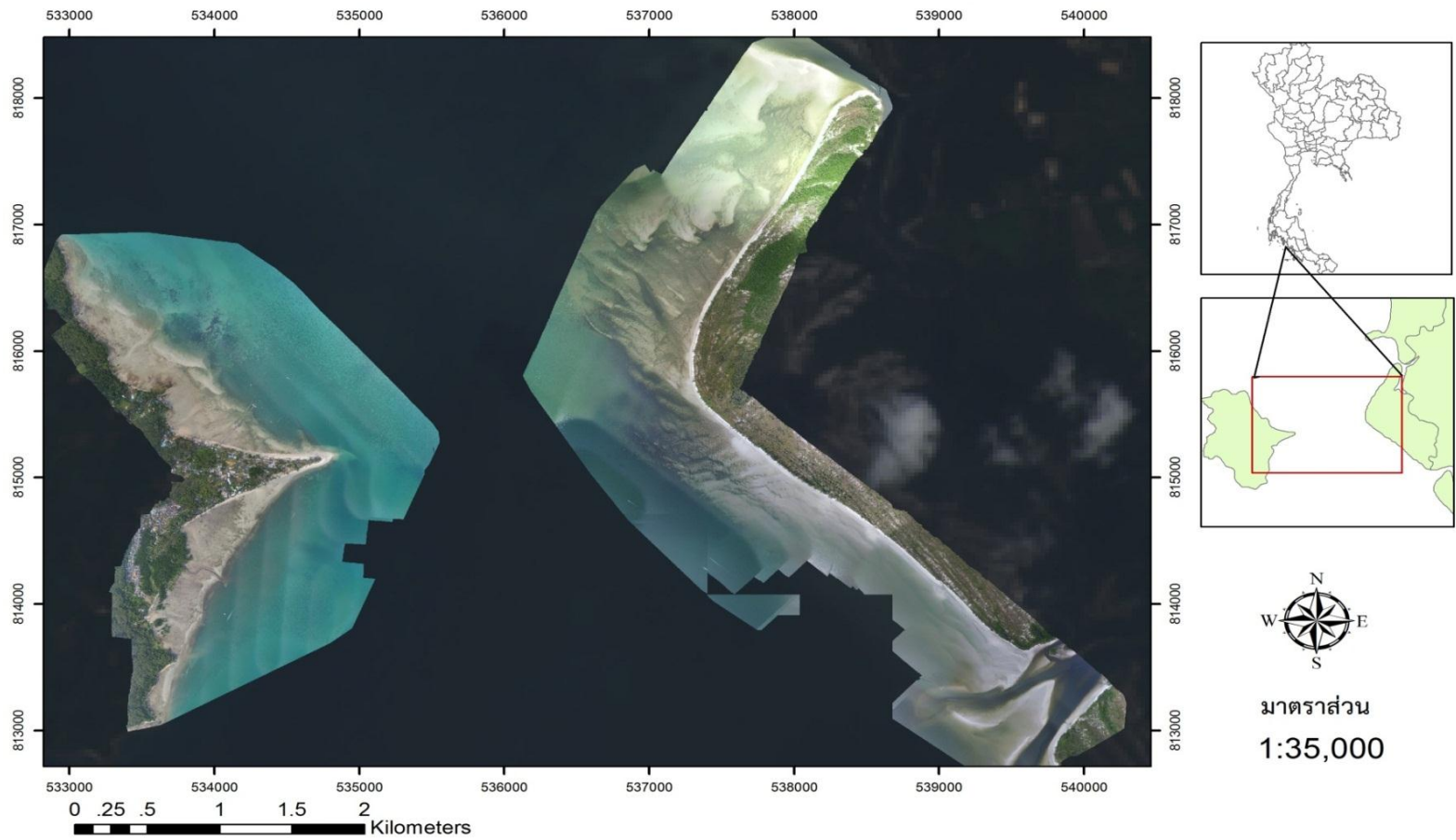
ภาพที่ 3-9 การจัดเรียงภาพ (Image alignment) ในการทำ Orthomosaic จากการวางแผนบินแบบกริด (grid flight planning)

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการบันทึกภาพถ่ายทางอากาศระหว่างวันที่ 9 -17 ธันวาคม พ.ศ. 2559 โดยทำการบันทึกภาพในช่วงเวลาน้ำทะเลลดต่ำสุดของวัน ดังแสดงในตารางที่ 3-2 เพื่อความชัดเจนของภาพถ่ายรายละเอียดสูง เพื่อลดปัญหาในการ mosaic ภาพ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหาแสงสะท้อนดวงอาทิตย์กับผิวน้ำโดยผู้วิจัยได้ทำการบันทึกภาพถ่ายแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 3-1 ตั้งความสูงในการบินที่ 300 เมตร บินด้วยความเร็วประมาณ 10-15 เมตรต่อวินาที ปรับกล้องให้ถ่ายเป็นแนวตั้งขนานกับพื้น และบันทึกภาพที่ 2 วินาทีต่อรูป ตั้งค่าส่วนซ้อนทับของภาพ (Overlapping) ดังนี้ ส่วนซ้อนทับด้านหน้า (Front lap) 80 % และส่วนซ้อนทับด้านข้าง (Side lap) 60 %

ตารางที่ 3-2 ตารางน้ำลงต่ำสุดในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกภาพในช่วงระหว่างวันที่
9 -17 ธันวาคม พ.ศ. 2559

วัน/เดือน/ปี	น้ำลงต่ำสุด (เมตร)	เวลา
9/12/59	1.21	12.51 น.
10/12/59	1.04	14.11 น.
11/12/59	0.88	15.23 น.
12/12/59	0.74	16.29 น.
13/12/59	0.65	17.25 น.
14/12/59	0.57	06.10 น.
15/12/59	0.53	06.55 น.
16/12/59	0.55	07.34 น.
17/12/59	0.63	08.07น.

ที่มา : กรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ พ.ศ.2559



ภาพที่ 3-10 ภาพถ่ายรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานบริเวณหาดหยงหล้าและเกาะมุก อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง ที่ทำการ Orthomosaic

ก่อนนำข้อมูลภาพถ่ายรายละเอียดสูงมาใช้ประโยชน์ต้องทำการปรับแก้ภาพถ่ายเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) เนื่องจากพิกัดและตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ มีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ซึ่งค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนนั้น ควรน้อยกว่า 5 เมตร จึงจะสามารถนำไปใช้งานต่อไปได้โดยคำนวณจากรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนจากแต่ละจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Root Mean Square error :RMSError) ดังสมการต่อไปนี้

$$RMSError = \sqrt{(X^1 - Xorig)^2 + (Y^1 - Yorig)^2}$$

เมื่อ

RMSError = ค่าความถูกต้องของจุดควบคุมภาคพื้นดิน

Xorig , Yorig = ค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดินในภาพก่อนตรวจแก้

ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการ Orthomosaic ภาพถ่ายรายละเอียดสูงโดยแบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่ บริเวณหาดหยงหล้า และบริเวณเกาะมุก โดยมีค่า RMSError ดังนี้

บริเวณหาดหยงหล้า RMSError = 2.401505

บริเวณเกาะมุก RMSError = 1.499346

3.5 การจำแนกประเภทพื้นที่หญ้าทะเล

การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดพื้นที่ตัวอย่างที่เป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญ (Hot spot area) บริเวณชายหาดทางทิศใต้ของเกาะมุก พิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 534077 E 814707 N โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการจำแนกข้อมูลภาพระหว่าง 2 วิธีการดังนี้

- การจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel Based Classification)
- การจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-based Classification)

เพื่อทดสอบหาวิธีที่มีความเหมาะสม และมีค่าความถูกต้องมากที่สุด ในการสร้างแผนที่การจำแนกและการแพร่กระจายของหญ้าทะเลในบริเวณหาดหยงหล้า และเกาะมุก บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัด ตรัง โดยกำหนดชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลแต่ละชนิดของประเภท (Class) ในการจำแนก โดยกำหนดจากขนาดของลักษณะใบ ดังนี้ หญ้าที่มีขนาดเล็ก ได้แก่ หญ้าใบมะกรูด (*Halophila ovalis*) หญ้าใบมะกรูดยักษ์ (*Halophila major*) และหญ้าเงาใบเล็ก (*Halophila minor*) หญ้าที่มีใบขนาดปานกลาง ได้แก่ หญ้าชะเงาเต่า (*Thalassia hemprichii*) หญ้าชะเงาใบพื้นเลื้อย (*Cymodocea serrulata*) หญ้าชะเงาใบมน (*Cymodocea rotundata*) และหญ้าชะเงาใบแฉก (*Halodule uninervis*) กลุ่มหญ้าที่มีใบขนาดใหญ่ ได้แก่ หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) อีกรอบ โดยใช้วิธีการสร้าง Error Matrix หรือ Confusion Matrix และใช้ Cohen Kappa coefficient มาแสดงระดับความสอดคล้องระหว่างข้อมูลอ้างอิง และผลการจำแนกที่ได้มาเป็นระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล (Cohen, 1960)

3.5.1 การจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel Based Classification)

เป็นการจำแนกข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคลื่น (Spectral information) ซึ่งวัตถุทุกชนิดบนพื้นผิวโลกมีการตอบสนองต่อช่วงคลื่นต่าง ๆ เฉพาะแต่ละชนิด เรียกว่า สัญญาณชีพลักษณะ (Spectral Signature) โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ (Supervised Classification) ด้วยขั้นตอนการจำแนกความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Classification) โดยมีค่าความถูกต้องมากกว่า 60 % ขึ้นไป (Richard et al., 2006; Roelfsema, 2009) โดยผู้ควบคุมจะต้องรู้รายละเอียดและ คุณสมบัติของวัตถุว่าเป็นเช่นใดเพื่อนำมาใช้เลือกกลุ่มข้อมูล ตัวอย่างที่เป็นค่าความสว่างของจุดภาพซึ่งเป็นตัวแทนของรายละเอียดนั้นในการจำแนกข้อมูล โดยจุดภาพที่เป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่างนั้นเรียกว่า กลุ่มตัวอย่าง (Training Area) เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลแต่ละประเภท แล้วให้คอมพิวเตอร์ทำการคำนวณค่าสถิติ โดยวิเคราะห์จากค่าการสะท้อนเฉลี่ยจากจุดภาพของแต่ละพื้นที่ตัวอย่าง เพื่อดูความแตกต่าง ระหว่างประเภทข้อมูลต่าง ๆ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552)

3.5.2 การจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ(Object-based Classification)

เป็นการจำแนกข้อมูลจากการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลลายพื้นผิว (Textural information) เป็นการคำนวณเนื้อหาหรือการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อให้ได้โครงร่างของเนื้อหา เป็นการวัดค่าความเข้มระดับสีเทาของพิกเซล (Pixel) หรือเรียกการวิเคราะห์แบบนี้ว่า การวิเคราะห์เมตริกซ์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทา(Gray – Level Co – occurrence Matrix : GLCM) (Haralick, 1979) ซึ่งในแต่ละพิกเซลภายในจะถูกนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทาแบบเมตริกซ์ครั้งละ 2 พิกเซล ที่ระดับความเข้มสีเทาที่แตกต่างกัน ใน 4 ทิศทาง คือ 0, 45, 90 และ 135 องศา ซึ่งค่าเฉลี่ยของ GLCM ในหน้าตาเดียวกันจะคำนวณ เป็นรูปแบบเดียวกัน ค่าในเมตริกซ์แต่ละค่าจะแสดงความเป็นไปได้ ของการเกิดความสัมพันธ์ (Co- occurrence) โดยได้สร้างโครงร่างเนื้อหาที่แสดงถึงค่าวัดเนื้อหาทั้งหมดโดยใช้แบบจำลองฐานกฎ (Rule Based Model) หลักการของการที่วัตถุที่มีการสะท้อนเหมือนเป็นวัตถุชนิดเดียวกัน ด้วยวิธี Multi-resolution Segmentation ซึ่งเป็นวิธีการแบ่งส่วนแบบ bottom-up region-emerging โดยเป็นการจับกลุ่มของข้อมูลที่จุดภาพ (Pixel) และใช้ค่าดัชนีพืชพรรณ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

3.6 การเน้นข้อมูลภาพ (Image Enchantment)

ดัชนีพืชพรรณ (VI : Vegetation Index) ที่ใช้ในการเน้นข้อมูลภาพที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ดัชนีพืชพรรณ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) โดยใช้ค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นสีแดง และค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Rouse et al., 1974) ในการคำนวณดังสมการ

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

เมื่อ

NDVI = ดัชนีพืชพรรณ

NIR = ช่วงคลื่นได้แดงใกล้หรืออินฟราเรดใกล้

RED = ช่วงคลื่นตามองเห็นแสงสีแดง

ใช้วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลภาพที่เป็นช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

ดัชนีพืชพรรณ Green red Vegetation Index (GRVI),(Takeshi , 2010) แสดงในสมการที่

$$GRVI = \frac{\rho \text{ green} - \rho \text{ red}}{\rho \text{ green} + \rho \text{ red}}$$

เมื่อ

Green = ช่วงคลื่นตามองเห็นสีเขียว (0.5 – 0.6 μm)

Red = ช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง (0.6 – 0.7 μm)

3.7 การจัดทำแผนที่หญ้าทะเล

การจัดทำแผนที่ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล โดยอาศัยข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กพร้อมกับข้อมูลการประเมินร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเลจากข้อมูลสำรวจภาคสนาม โดยการหาร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$c = \frac{\sum a_i}{A_3} \times 100$$

เมื่อ

C = ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล

A_3 = พื้นที่ควอดเรต (Quadrat) ทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา

a_i = พื้นที่ปกคลุมของหญ้าทะเล

ตารางที่ 3-3 การประเมินสถานภาพแหล่งหญ้าทะเล จัดแบ่งระดับความสมบูรณ์ออกเป็น 4 ระดับ

สถานภาพ	ร้อยละการปกคลุม
สมบูรณ์ดีมาก	การปกคลุมของหญ้าทะเลมากกว่าร้อยละ 75
สมบูรณ์ดี	การปกคลุมของหญ้าทะเลมากกว่าร้อยละ 51-75
สมบูรณ์ปานกลาง	การปกคลุมของหญ้าทะเลมากกว่าร้อยละ 26-50
เสื่อมโทรมตามธรรมชาติ	การปกคลุมของหญ้าทะเลน้อยกว่าร้อยละ 25

ที่มา : สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน (2555)

เมื่อได้วิธีการที่เหมาะสมในการจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลแล้ว ทางผู้วิจัยได้จัดทำแผนที่การกระจายของชนิดพันธุ์หญ้าทะเล พร้อมการวิเคราะห์ความหนาแน่นการกระจายตัวของหญ้าทะเลโดยใช้การประมาณความหนาแน่นแบบเคอร์เนล (Kernel density estimation) เป็นการประมาณความหนาแน่นน่าจะเป็น $f(x)$ ทางด้านนอนพารามตริก nonparametric โดยหาฟังก์ชันโครงสร้างข้อมูลทางคณิตศาสตร์ที่สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับข้อมูล (ปิยะฉัตร ลีลาศิลปะศาสตร์, 2550) สามารถหาตัวประมาณความหนาแน่นแบบเคอร์เนลได้ดังสมการ

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$$

เมื่อ

h = ค่าแบนวิดจ์ (Bandwidth)

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

x = ตัวแปรที่ไม่ทราบค่า

X_i = ตัวแปรสุ่มที่ i ; $i = 1, 2, \dots, n$

จากนั้นนำมาวัดความห่างระหว่างจุดชายหาดมาตรฐาน และจุดที่มีความหนาแน่นของหญ้าทะเลสูง โดยใช้สมการ Euclidean Distance method ซึ่งเป็นการหาค่าเฉลี่ยระยะห่างจากฝั่งของกลุ่มหญ้าทะเลที่มีมีความหนาแน่นสูง (Uhrin et al., 2016)

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

เมื่อ

d คือค่าระหว่างจุดที่มีความหนาแน่นของหญ้าทะเลสูง (m)

x_1 คือค่าละติจูดของจุดแนวชายหาดมาตรฐาน (m)

y_1 คือค่าลองจิจูดของจุดแนวชายหาดมาตรฐาน (m)

x_2 คือค่าละติจูดของจุดที่มีความหนาแน่นของหญ้าทะเลสูง (m)

y_2 คือค่าลองจิจูดของจุดที่มีความหนาแน่นของหญ้าทะเลสูง (m)

3.8 การทดสอบค่าความถูกต้องของการจำแนก (Overall Accuracy)

เมื่อได้ภาพจากการจำแนกเชิงจุดภาพ (Pixel-based classification) กับ การจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-based Classification)จากนั้นนำข้อมูลภาพทั้งสองมาหาค่าความถูกต้องของผลการจำแนกข้อมูล โดยใช้วิธีการสร้าง Error Matrix หรือ Confusion Matrix และใช้ Kappa coefficient มาแสดงระดับความสอดคล้องระหว่างข้อมูลอ้างอิง และผลการจำแนกที่ได้มาเป็นระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล(Cohen, 1960) โดยสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$K = \frac{P(A) - P(E)}{1 - P(E)}$$

เมื่อ

$P(A)$ = ค่าสัดส่วนที่ k raster ที่มีความสอดคล้องกัน

$P(E)$ = ค่าสัดส่วนที่ k raster ที่มีความสอดคล้องกัน โดยบังเอิญ (by chance)

$K = 1$ ถ้ามีความเห็นสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์

หลังจากนั้นนำค่าความถูกต้องของการจำแนกทั้งสองมาเปรียบเทียบเพื่อหาว่าการจำแนกในรูปแบบใดที่จะให้ค่าความถูกต้องมากที่สุด

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การศึกษากำหนดชนิดพันธุ์หญ้าทะเลโดยประยุกต์ภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม ผลการศึกษประกอบด้วย 1.ผลการสำรวจข้อมูลภาคสนาม 2.การถ่ายภาพจากหุ่นยนต์อากาศยาน 3.การจำแนกพื้นที่หญ้าทะเล 4.การสร้างแผนที่หญ้าทะเล โดยเลือกวิธีการที่มีความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ระหว่างวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ(Pixel based classification) วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงคลื่น (Spectral information) และ วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object based classification) วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลลายพื้นผิว (Textural information) ผลการศึกษาที่ได้มีรายละเอียดดังนี้

4.1 การสำรวจข้อมูลภาคสนาม

การศึกษาในอดีตนั้น พบหญ้าทะเลในบริเวณหาดหยงหล้า และเกาะมุก ทั้งหมด 7 ชนิด จากทั้งหมด 11 ชนิด (สมบัติ ภู่วชิรานนท์ และคณะ , 2534) การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามในการศึกษารุ่นนี้ได้ดำเนินการในช่วงระหว่างวันที่ 9 -17 ธันวาคม พ.ศ. 2559 โดยหญ้าทะเลที่พบจากการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามในครั้งนี้ทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) หญ้าใบมะกรูด (*Halophila ovalis*) หญ้าชะเงาเต่า (*Thalassia hemprichii*) หญ้าชะเงาใบมน (*Cymodocea rotundata*) หญ้าชะเงาใบฟันเลื่อย (*Cymodocea serrulata*) หญ้าชะเงาใบแคบ (*Halodule uninervis*) โดยชนิดที่พบมากในบริเวณพื้นที่นี้ได้แก่ หญ้าคาทะเล หญ้าใบมะกรูด และหญ้าชะเงาเต่า ซึ่งใกล้เคียงกับ การศึกษาประเมินผลกระทบจากคลื่นยักษ์สึนามิต่อสาหร่ายและหญ้าทะเล บริเวณแหลมหยงหล้า และเกาะมุก (อัญชญา ประเทพ, 2549) ซึ่งสำรวจพบหญ้าทะเลทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ หญ้าชะเงาใบฟันเลื่อย (*Cymodocea serrulata*) หญ้าชะเงาเต่า (*Thalassia hemprichii*) หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) หญ้าใบมะกรูด (*Halophila ovalis*) หญ้าใบมะกรูดขน (*Halophila decipien*) และหญ้าชะเงาใบแคบ(*Halodule uninervis*)



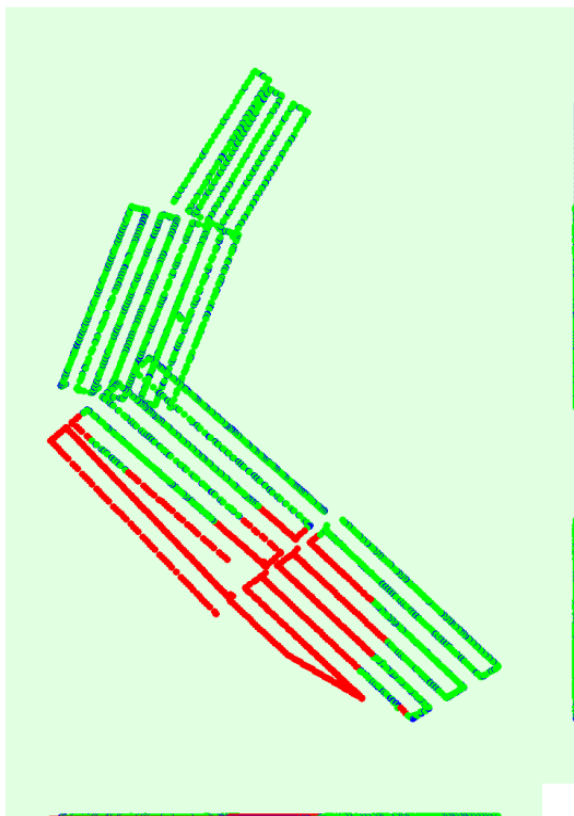
ภาพที่ 4-1 ภาพจากการสำรวจภาคสนาม เมื่อวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2559

4.2 การบันทึกภาพถ่ายจากหุ่นยนต์อากาศยาน

ในการศึกษาได้ทำการแบ่งพื้นที่ในการบันทึกภาพเป็น 2 ส่วนดังนี้

- 1.บริเวณหาดหยงหล้า
- 2.บริเวณเกาะมุก

1.บริเวณหาดหยงหลำ ได้ทำการวางแผนแนวมบินแบบกริด (Grid flight planning) ทั้งหมด 4 แนวมบิน ครอบคลุมพื้นที่ตลอดแนวชายฝั่งหาดหยงหลำ ทั้งหมด 1,960 ภาพ สามารถจับคู่ภาพในการ mosaic ได้ทั้งหมด 1,355 ภาพ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 8 ตารางกิโลเมตรความละเอียดเฉลี่ย 12.75 เซนติเมตรต่อ 1 พิกเซล โดยค่า root mean square error แสดงในตารางที่ 4-2

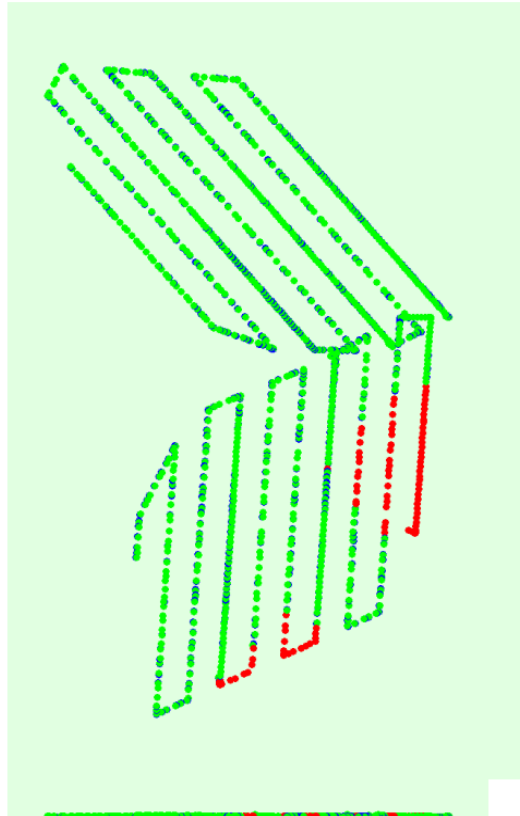


ภาพที่ 4-2 จุดการบินที่ภาพจากหุ่นยนต์อากาศยานบริเวณหาดหยงหลำ ตามแนวมบินแบบกริด จุดสีเขียว คือจุดที่สามารถจับคู่ภาพได้ ,จุดสีแดง คือ จุดที่ไม่สามารถจับคู่ภาพได้

ตารางที่ 4-1 ค่า root mean square error จากการปรับแก้ภาพถ่ายเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) บริเวณหาดหยงหลำ

RMSerror (เมตร)	Geolocation error X	Geolocation error Y	Geolocation error Z
หาดหยงหลำ	3.119924	3.630165	2.401505

2. บริเวณเกาะมุกได้ทำการวางแผนแนวมินแบบกริด (Grid flight planning) ทั้งหมด 2 แนวมิน
 ครอบคลุมพื้นที่ตลอดแนวชายฝั่งเกาะมุก ทั้งหมด 967 ภาพ สามารถจับคู่ภาพในการ mosaic ได้
 ทั้งหมด 868 ภาพ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 6 ตารางกิโลเมตร ความละเอียดเฉลี่ย 12.68 เซนติเมตร
 ต่อ 1 พิกเซล โดยค่า root mean square error แสดงในตารางที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 จุดการบินที่ถ่ายภาพจากหุ่นยนต์อากาศยานบริเวณเกาะมุก ตามแนวมินแบบกริด จุดสีเขียว
 คือจุดที่สามารถจับคู่ภาพได้, จุดสีแดง คือ จุดที่ไม่สามารถจับคู่ภาพได้



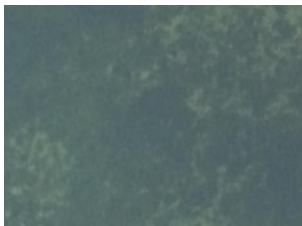
ตารางที่ 4-2 ค่า root mean square error จากการปรับแก้ภาพถ่ายเชิงเรขาคณิต
 (Geometric Correction)บริเวณเกาะมุก

RMSerror (เมตร)	Geolocation error X	Geolocation error Y	Geolocation error Z
เกาะมุก	2.579176	3.468206	1.499346

4.3 การจำแนกประเภทพื้นที่หญ้าทะเล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลภาพระหว่างการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel based classification) กับ การจำแนกเชิงวัตถุ (Object based classification) เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเล ทางผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่ที่มีความสำคัญ (Hot spot area) เพื่อเป็นพื้นที่ตัวอย่างในการศึกษาวิจัยพื้นที่หญ้าทะเลต่อไป โดยได้เลือกพื้นที่หญ้าทะเลบริเวณเกาะมุกเป็นพื้นที่ตัวอย่าง ในพื้นที่ตัวอย่างนี้ทางผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้กล้องช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared Converted Camera) ติดกับหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กในการบันทึกภาพ เพื่อหาวิธีการจำแนกที่เหมาะสมในการจัดทำแผนที่หญ้าทะเลบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมต่อไป

ตารางที่ 4-4 แสดงลักษณะของหญ้าทะเลจากภาพถ่ายระยะเอียงสูงจากหุ่นยนต์อากาศยาน

ภาพขยาย มาตรฐาน 1: 200	หญ้าทะเล
	กลุ่มหญ้าทะเลใบขนาดเล็ก ได้แก่ หญ้าใบมะกรูด หญ้าเงาใบเล็ก และหญ้าใบมะกรูดยักษ์ ลักษณะ : เส้นขวางใบ 12-19 คู่ ใบยาว 1-2 เซนติเมตร โดยประมาณ
	กลุ่มหญ้าทะเลใบขนาดปานกลาง ได้แก่ หญ้าชะเงาเต่า หญ้าชะเงาใบพื้นเลื้อย และหญ้าชะเงาใบมน ลักษณะ : : ใบโค้งปลายมน ใบยาว 3-20 เซนติเมตร บางชนิดมีปลายใบหยัก
	กลุ่มหญ้าทะเลใบขนาดใหญ่ ได้แก่ หญ้าคาทะเล ลักษณะ : : ใบแบนยาว เส้นขอบใบแข็ง มีความยาวมากถึง 1 เมตร

4.3.1 การจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel based classification)

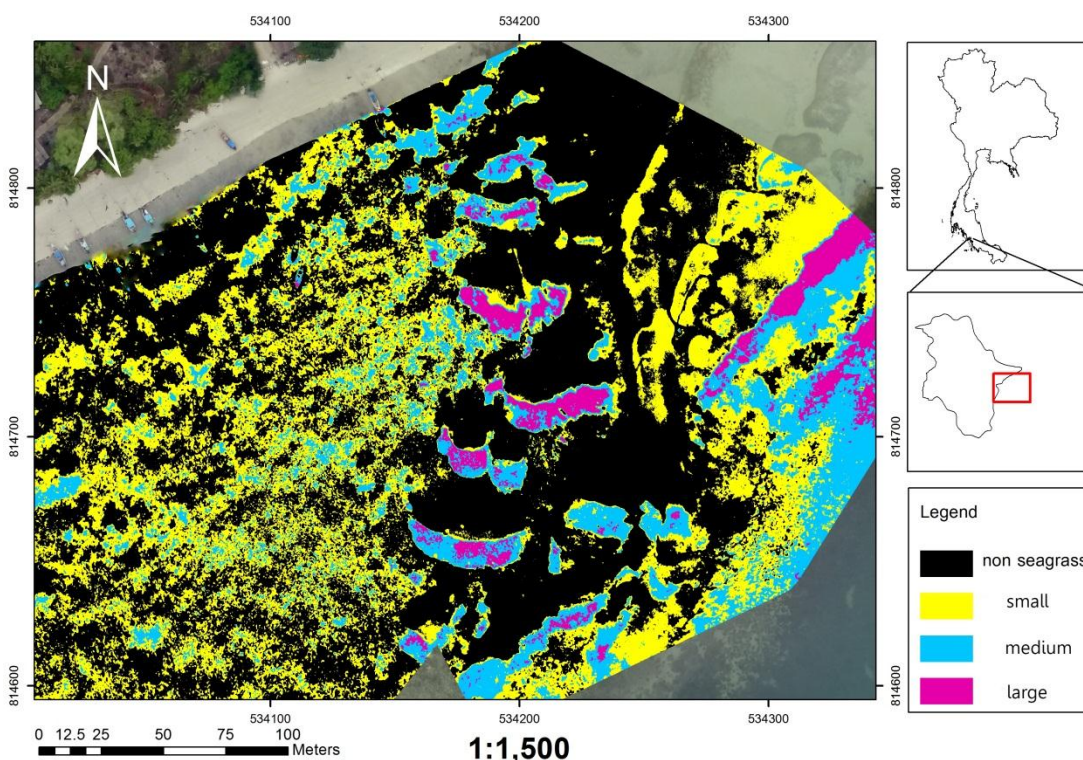
ตารางที่ 4-5 การเปรียบเทียบค่าการสะท้อนระหว่างค่าการสะท้อน ช่วงคลื่นตามมองเห็น (RGB) กับค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) จากการใช้ดัชนีพืชพรรณ ระหว่าง GRVI และ NDVI

ค่าการสะท้อน ช่วงคลื่นตามมองเห็น (RGB)		ค่าการสะท้อน ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR)		ชนิดการจำแนก
-0.412	0.001	-0.76	0.004	
0.002	0.133	0.005	0.142	Small
0.134	0.332	0.143	0.325	Medium
0.333	0.584	0.326	0.666	Large

คำอธิบายตาราง Small = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็ก

Medium = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดปานกลาง

Large = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดใหญ่



ภาพที่ 4-4 แผนที่การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลด้วยการจำแนกวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ บริเวณพื้นที่เกาะมุก (พื้นที่ตัวอย่าง)

ตารางที่ 4-6 ผลการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลเชิงคุณภาพบริเวณพื้นที่เกาะมุก
(พื้นที่ตัวอย่าง)

class	Non seagrass	Small	Medium	Large	total	User Accuracy
Non seagrass	23	2			25	92%
Small	1	22	2		25	88%
Medium	2	3	19	1	25	76%
Large		1	2	22	25	88%
total	26	28	23	23	100	
Producer Accuracy	88%	78%	82%	95%		86%

คำอธิบายตาราง

Small = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็ก

Medium = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดปานกลาง

Large = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดใหญ่

User Accuracy = ข้อมูลจากภาคสนาม

Producer Accuracy = ข้อมูลจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก

จากการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลเชิงคุณภาพ มีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 86% และมีค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.81

ตารางที่ 4-7 พื้นที่หญ้าทะเล (พื้นที่ตัวอย่าง) แต่ละชนิดจากการจำแนกวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ

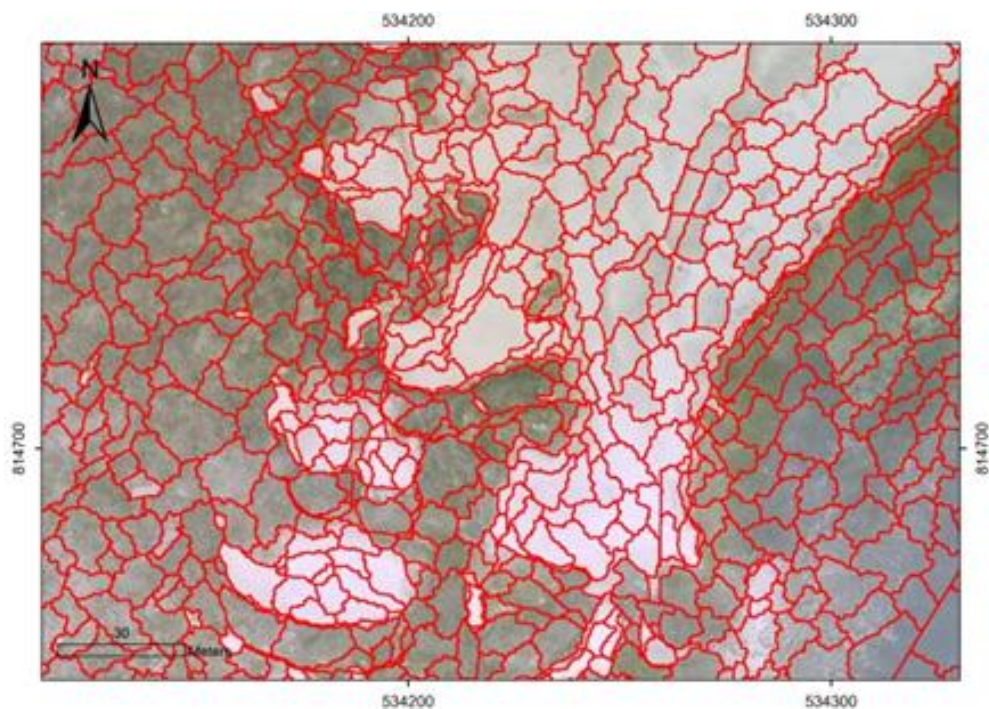
ชนิดการจำแนก	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	พื้นที่(ไร่)	ร้อยละของพื้นที่
Non seagrass	0.04	25	54.79
small	0.022	13.75	30.13
medium	0.009	5.62	12.32
large	0.002	1.25	2.73
พื้นที่ทั้งหมด	0.073	45.62	

คำอธิบายตาราง
 Small = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็ก
 Medium = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดปานกลาง
 Large = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดใหญ่

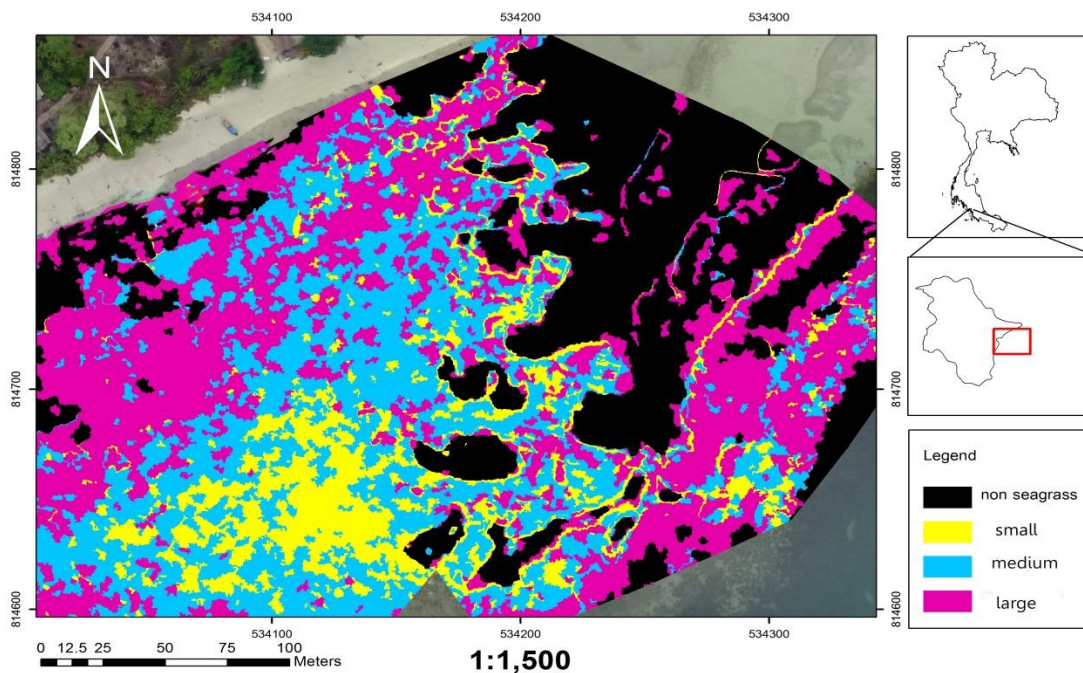
จากผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่ไม่ใช่หญ้าทะเล (Non seagrass) มีพื้นที่มากที่สุด 25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 54.79 ของพื้นที่ หญ้าทะเลชนิดเด่นในพื้นที่ศึกษาได้แก่ กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็ก ครอบคลุมพื้นที่ 13.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 30.13 ของพื้นที่ กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดปานกลาง ครอบคลุมพื้นที่ 5.62 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 12.32 ของพื้นที่ และกลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดใหญ่ ครอบคลุมพื้นที่ 1.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.73 ของพื้นที่ศึกษาอยู่ในบริเวณเขตน้ำขึ้น – น้ำลง (Intertidal zone) ลักษณะของชุดดินนั้นเป็นทราย และโคลนปนทรายเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งหญ้าใบมะกรูดนั้นสามารถเจริญเติบโต ได้ดีในพื้นที่โคลนปนทราย บริเวณชายฝั่งความลึกไม่เกิน 2 เมตร (กาญจนภาชน์ ถ้วม โนมนต์ และคณะ, 2534)

4.3.2 การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลจากข้อมูลเชิงวัตถุ (Object based classification)

การจัดทำแผนที่ขอบเขตหญ้าทะเล แบ่งพื้นที่ที่เป็นทรายแยกออกจากพื้นที่หญ้าทะเล โดยใช้การการจำแนกเชิงวัตถุ โดยการการจำแนกวิเคราะห์หลายพื้นผิว ด้วยการวิเคราะห์เมตริกซ์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทา (Gray – Level Co – occurrence Matrix : GLCM) โดยเลือกค่าลักษณะของพื้นผิว (homogeneity) และค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เข้ามาช่วยในการจำแนกโดยให้ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดในการจำแนกวัตถุ (Object-based Classification) โดยกำหนดพารามิเตอร์ ดังนี้ Scale parameter = 40, Shape = 0.2, Compactness = 0.8 ซึ่งค่าที่เหมาะสมในการเลือกใช้ Scale parameter นั้นขึ้นอยู่กับขนาดและความละเอียดของภาพ (ฐิตาภรณ์ สาดแสงจันทร์, 2556) โพลิกอนที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีขนาด 0.000359 ตารางกิโลเมตร และ โพลิกอนที่มีขนาดเล็กที่สุด มีขนาด 0.000007 ตารางกิโลเมตร



ภาพที่ 4-5 ภาพจากการทำ Multi-scale Segmentation



ภาพที่ 4-6 แผนที่การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลด้วยวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ บริเวณพื้นที่เกาะมุก (พื้นที่ตัวอย่าง) (Object-based Classification)

ตารางที่ 4-8 ผลการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกด้วยวิธีจำแนกเชิงวัตถุ

	Non seagrass	small	medium	large	total	User Accuracy
Non seagrass	20	2	1	2	25	72%
small		20	3	2	25	80%
medium	1	2	21	1	25	84%
large	2	4	1	18	25	80%
total	23	28	26	23	100	
Producer Accuracy	86%	71%	70%	78%		79%

คำอธิบายตาราง

Small = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็ก

Medium = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดปานกลาง

Large = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดใหญ่

User Accuracy = ข้อมูลจากภาคสนาม

Producer Accuracy = ข้อมูลจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก
จากการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกเชิงวัตถุ มีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่
79% และมีค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.71

ตารางที่ 4-9 พื้นที่หญ้าทะเล (พื้นที่ตัวอย่าง) แต่ละชนิดจากการจำแนกด้วยวิธีจำแนกเชิงวัตถุ

ชนิดการจำแนก	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	พื้นที่(ไร่)	ร้อยละของพื้นที่
Non seagrass	0.055	34.37	48.24
small	0.009	5.625	7.9
medium	0.02	12.5	17.54
large	0.03	18.75	26.31
พื้นที่ทั้งหมด	0.114	71.24	

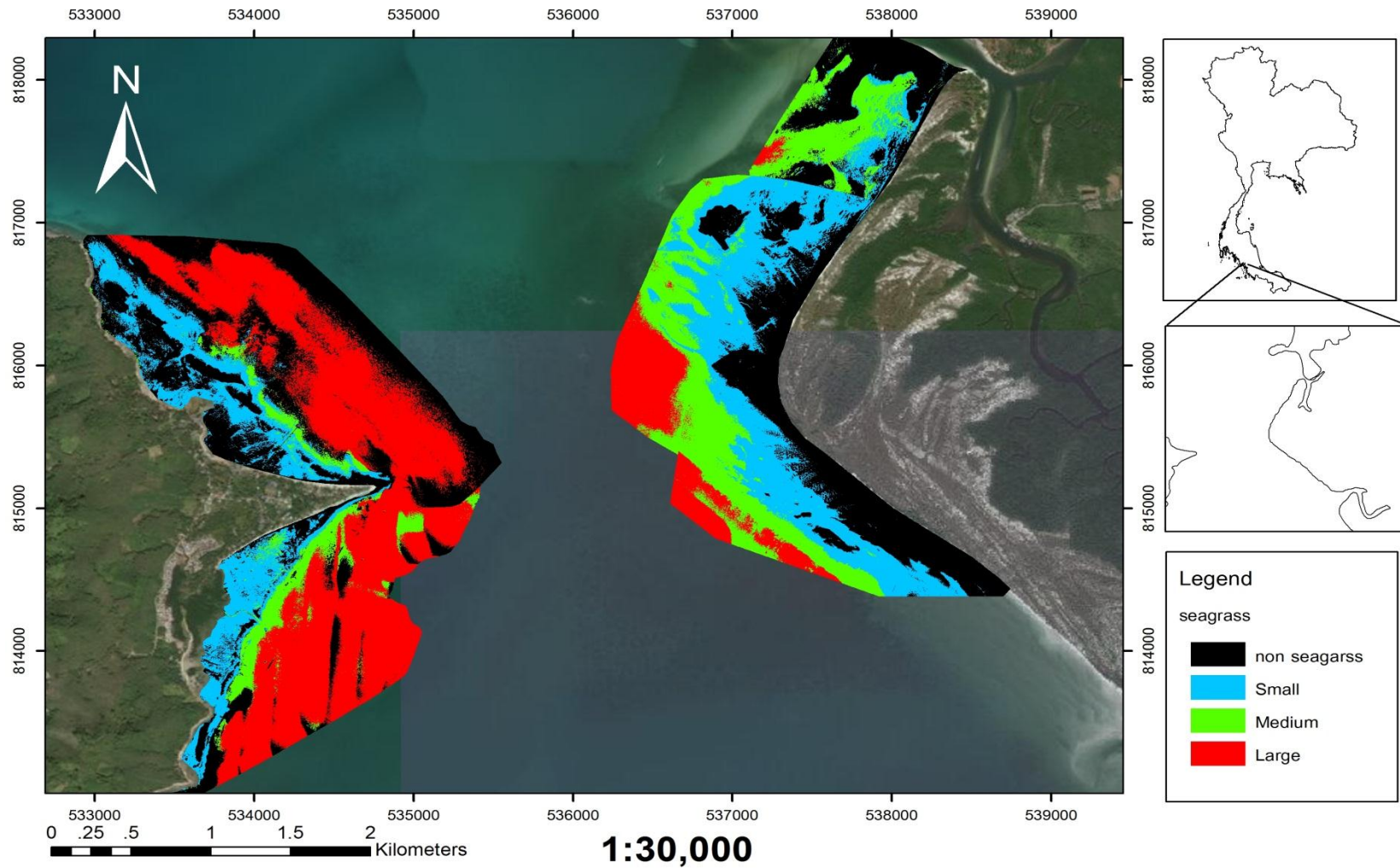
คำอธิบายตาราง Small = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็ก
 Medium = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดปานกลาง
 Large = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดใหญ่

จากผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่ไม่ใช่หญ้าทะเล (Non seagrass) มีพื้นที่มากที่สุด 34.37 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 48.24 ของพื้นที่ หญ้าทะเลชนิดเด่นจากการจำแนก ได้แก่ กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดใหญ่มีพื้นที่ 18.75 ไร่คิดเป็นร้อยละ 26.31 ของพื้นที่ กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดปานกลางมีพื้นที่ 12.5 ไร่คิดเป็นร้อยละ 17.54 ของพื้นที่ และกลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็กมีพื้นที่ 5.62 ไร่คิดเป็นร้อยละ 7.9 ของพื้นที่ ผลจากการจำแนกพื้นที่ไม่ใช่หญ้าทะเลนั้นจะเห็นได้ว่ามีความใกล้เคียงกับการจำแนกจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด แต่ในพื้นที่บริเวณหญ้าทะเล แตกต่างกับการจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด ซึ่งวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ นั้น จะวิเคราะห์จากข้อมูลลายพื้นผิว (Textural information) ซึ่งหญ้าทะเลนั้น มีการขึ้นปะปนกัน เช่น หญ้าใบมะกรูด หญ้าชะเงาเต่า และประกอบกับขนาดใบของหญ้าใบมะกรูดนั้นมีขนาดเล็ก จึงทำให้ผลการจำแนกไม่ดีเท่าที่ควร จากการเปรียบเทียบวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพกับการจำแนกเชิงวัตถุ ผลปรากฏว่าวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ มีค่าความถูกต้องโดยรวมมากกว่าวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ โดยค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 88 และร้อยละ 80 ตามลำดับ และมีค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.84 และ 0.71 ตามลำดับ

4.4 ผลการจัดทำแผนที่หญ้าทะเล

จากการศึกษาผลการเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกระหว่างวิธีการจำแนกเชิงจุดภาพกับวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ พบว่าวิธีการจำแนกเชิงวัตถุให้ค่าความถูกต้องมากกว่าโดยค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 86 และร้อยละ 79 ตามลำดับ และมีค่าสัมประสิทธิ์เคลปเปอร์เท่ากับ 0.81 และ 0.71 ตามลำดับ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ใช้วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพมาใช้เพื่อจัดทำแผนที่การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเล บริเวณหาดหยงหล้า และเกาะมุก อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม

แต่เนื่องจากข้อจำกัดของเทคโนโลยีในปัจจุบัน ทางผู้วิจัยนั้นไม่สามารถใช้กล้องช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ในการบินถ่ายภาพทั้งพื้นที่ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้หุ่นยนต์อากาศยานที่ติดกล้องช่วงคลื่นตามองเห็น (Visible RGB camera) ในการบันทึกภาพถ่ายเพื่อจัดทำแผนที่หญ้าทะเล



ภาพที่ 4-7 แผนที่การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลด้วยการจำแนกโดยวิธีควบคุม โดยผู้เชี่ยวชาญ บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัด ตรัง

ตารางที่ 4-10 ผลการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกโดยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ บริเวณ
อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม

class	Non seagrass	small	medium	large	total	User Accuracy
Non seagrass	22	2	1		25	88%
small	3	20	2		25	80%
medium	1	4	19	1	25	76%
large	2	1	2	20	25	80%
total	28	27	25	23	100	
Producer Accuracy	78%	74%	76%	87%		81%

คำอธิบายตาราง

Small = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็ก

Medium = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดปานกลาง

Large = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดใหญ่

User Accuracy = ข้อมูลจากภาคสนาม

Producer Accuracy = ข้อมูลจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก

จากการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ มีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 81% และมีค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.73

ตารางที่ 4-11 พื้นที่หญ้าทะเลบริเวณหาดเจ้าไหมแต่ละชนิดจากการจำแนกโดยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ

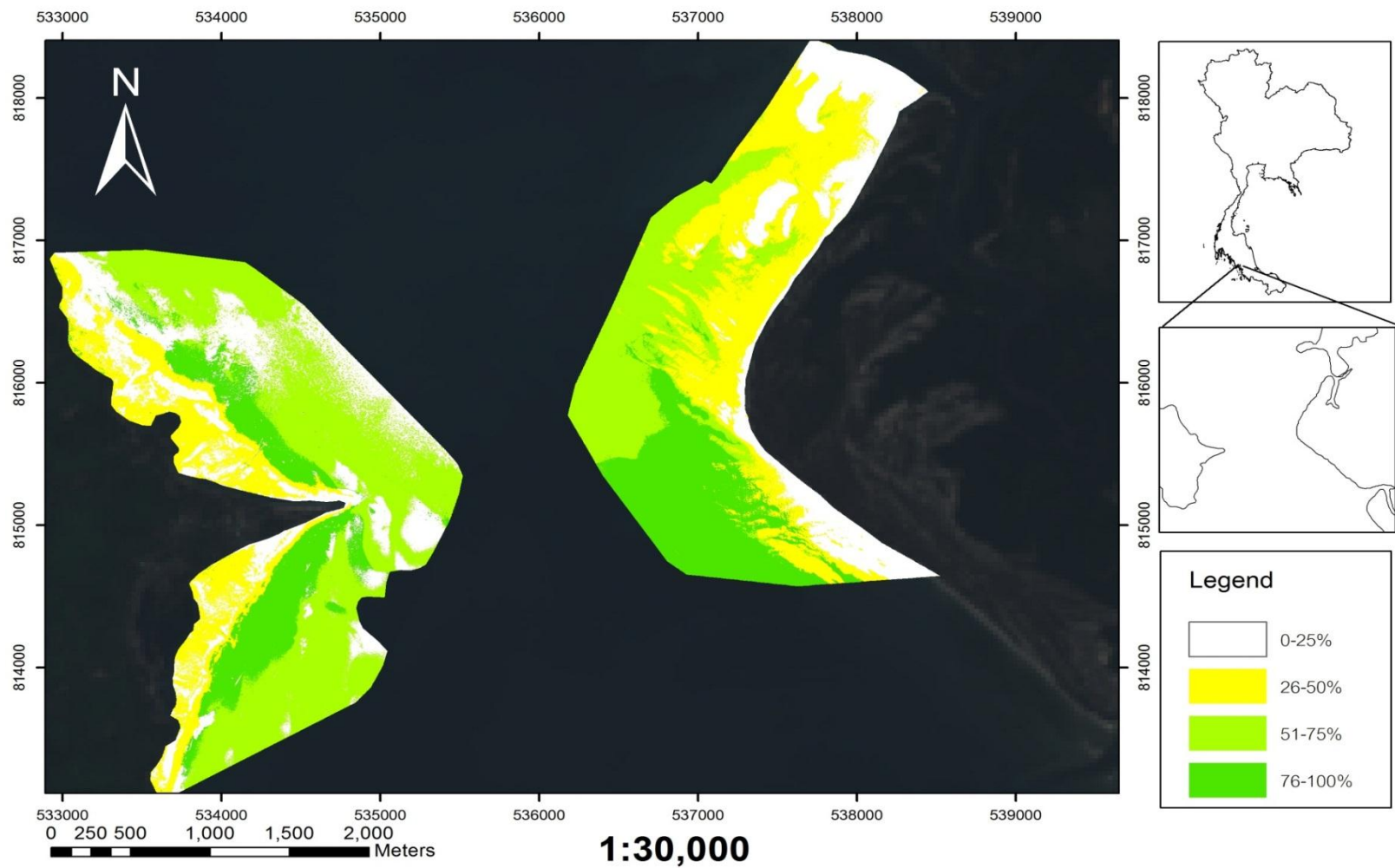
ชนิดการจำแนก	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	พื้นที่(ไร่)	ร้อยละของพื้นที่
Non seagrass	3.336	2,085	32.38
small	2.207	1,380	21.43
medium	1.706	1,066	16.55
large	3.052	1,904	29.62
พื้นที่ทั้งหมด	10.301	6,438.5	

คำอธิบายตาราง Small = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็ก
 Medium = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดปานกลาง
 Large = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดใหญ่

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า พื้นที่ไม่ใช่หญ้าทะเล (Non seagrass) มีพื้นที่ 2,085 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 32.38 ของพื้นที่ทั้งหมด หญ้าทะเลชนิดเด่นที่พบมากที่สุดได้แก่ หญ้าคาทะเล มีพื้นที่ 1,907.5 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 29.62 ของพื้นที่ หญ้าใบมะกรูด มีพื้นที่ 1,380 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 21.43 ของพื้นที่ และหญ้าชะเงาเต่า มีพื้นที่ 1,066 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 16.55 ของพื้นที่

4.4.1 การจำแนกร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล

การจำแนกร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล โดยประเมินจากการเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยแบ่งระดับออกเป็น 4 ระดับดังนี้ 1) สมบูรณ์น้อย หมายถึง มีการปกคลุมของหญ้าทะเลน้อยกว่าร้อยละ 25 2) สมบูรณ์ปานกลาง มีการปกคลุมของหญ้าทะเลร้อยละ 26-50 3) สมบูรณ์ดี มีการปกคลุมของหญ้าทะเลร้อยละ 51-75 4) สมบูรณ์มากการปกคลุมของหญ้าทะเลร้อยละ 76-100 (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางประมง ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2557) โดยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญด้วย Algorithm ความน่าจะเป็นสูงสุด(Maximum Likelihood Classification)ในการจำแนก



ภาพที่ 4-8 แผนที่การจำแนกร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม

ตารางที่ 4-12 ผลการประเมินค่าความถูกต้องการจำแนกร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล

class	0-25%	26-50%	51-75%	76-100%	total	User Accuracy
0-25%	17	6	3		25	68%
26-50%		19	6		25	76%
51-75%		2	17	6	25	68%
76-100%	1			24	25	69%
total	18	27	25	30	100	
Producer Accuracy	94%	73%	68%	80%		77%

จากการประเมินมีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 77% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.69

คำอธิบายตาราง

Small = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็ก

Medium = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดปานกลาง

Large = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดใหญ่

User Accuracy = ข้อมูลจากภาคสนาม

Producer Accuracy = ข้อมูลจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก

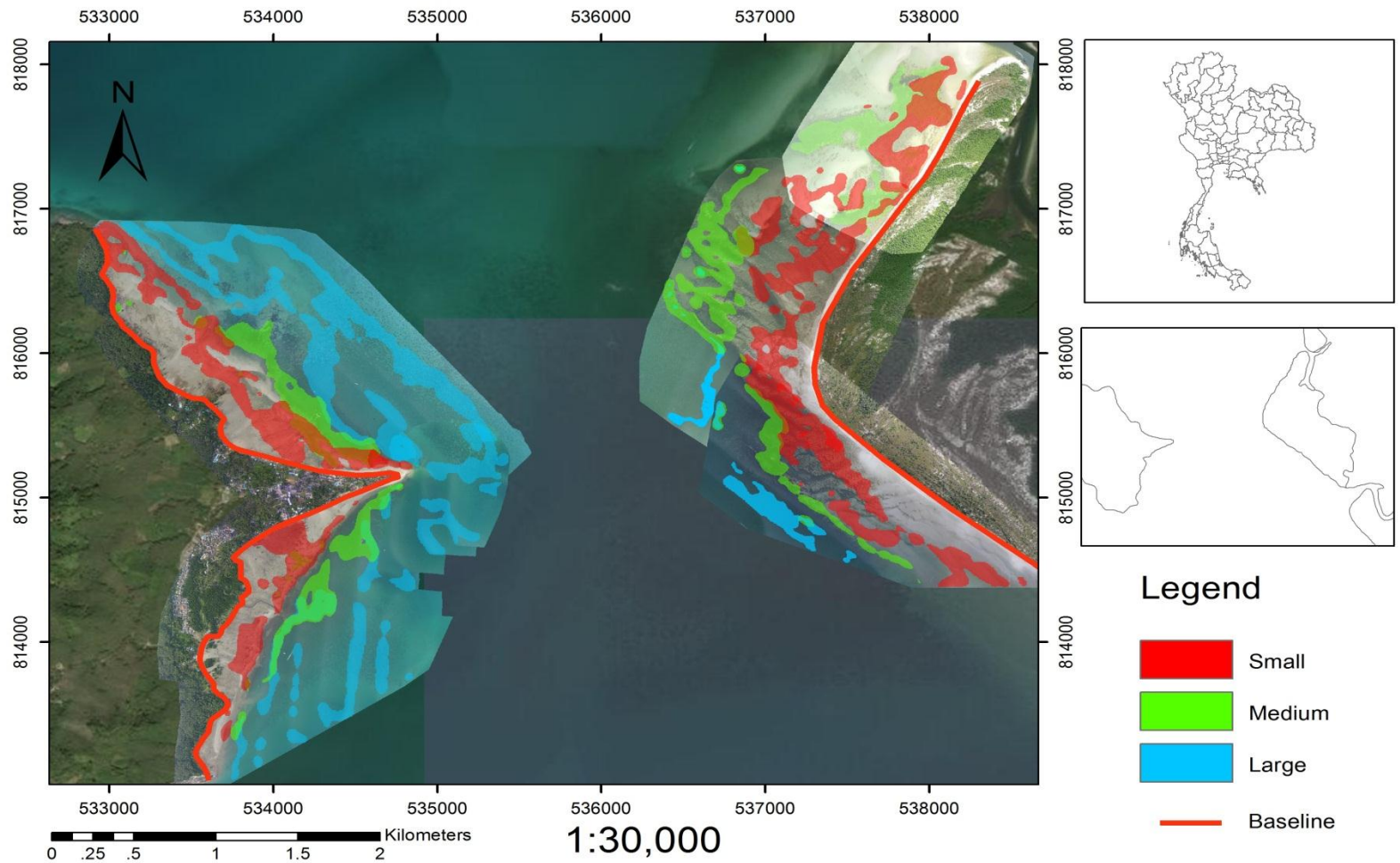
ตารางที่ 4-13 พื้นที่ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล

ชนิดการจำแนก	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	พื้นที่(ไร่)	ร้อยละของพื้นที่
0-25%	2.182	1,364	22.62
26-50%	2.32	1,450	24.05
51-75%	3.169	1,980	32.84
76-100%	1.974	1,234	20.47
พื้นที่ทั้งหมด	9.645	6,028	

จากการศึกษาพบว่า การปกคลุมของหญ้าทะเลร้อยละ 51-75% มีการปกคลุมมากที่สุด มีพื้นที่ 1,980 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 32.84 ของพื้นที่ การปกคลุมของหญ้าทะเลร้อยละ 26-50 % มีพื้นที่ 1,450 ไร่คิดเป็นร้อยละ 24.05 ของพื้นที่ การปกคลุมของหญ้าทะเลร้อยละ 0-25 % มีพื้นที่ 1,364 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 22.62 ของพื้นที่ และการปกคลุมของหญ้าทะเลร้อยละ 76-100 % มีพื้นที่ 1,234 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 20.47 ของพื้นที่ ตามลำดับ การปกคลุมของหญ้าทะเลพบว่า ระดับความสมบูรณ์อยู่ในระดับความสมบูรณ์ปานกลาง

4.4.2 การทำแผนที่การวิเคราะห์ความหนาแน่นการกระจายตัวของหญ้าทะเล

การวิเคราะห์ความหนาแน่นการกระจายตัวของหญ้าทะเล ในการศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Kernel density estimation โดยใช้ข้อมูลจากการจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลในแต่ละประเภท เพื่อหาบริเวณที่มีความหนาแน่นของหญ้าทะเลสูง (Ruiliang & Bell, 2017) จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยระยะห่างจากฝั่งของจุดที่มีหญ้าทะเลหนาแน่นสูงด้วยสมการ Euclidean Distance method (Uhrin et al., 2016)



ภาพที่ 4-9 แผนที่บริเวณ โอกาสเกิดความหนาแน่นการตัวของห้วยทะเลสูง (Kernel Density Estimation) บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้า

ตารางที่ 4- 14 ระยะห่างจากฝั่งเฉลี่ยด้วยสมการ Euclidean Distance method บริเวณหาดทรายหล้า

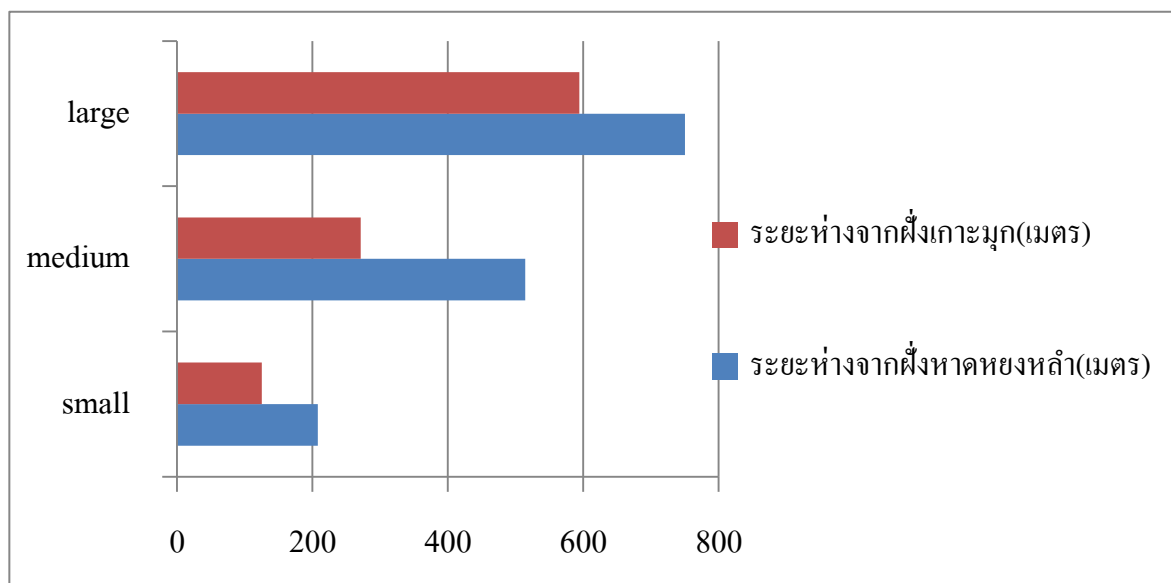
ประเภท	ระยะห่างจากฝั่งเฉลี่ย(เมตร)
กลุ่มไบขนาดเล็ก	228.7
กลุ่มไบขนาดปานกลาง	514.5
กลุ่มไบขนาดใหญ่	750.2

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มหญ้าทะเลที่มีไบขนาดเล็กและกลุ่มไบที่มีขนาดปานกลางจะพบบริเวณใกล้ชายฝั่งในเขตน้ำขึ้น – น้ำลง (Inter tidal) โดยจะพบจุดที่มีความหนาแน่นสูงที่ระยะห่างจากฝั่งประมาณ 228 เมตร และ 514 เมตรตามลำดับ ส่วนกลุ่มหญ้าทะเลที่มีไบขนาดใหญ่ส่วนมากจะพบบริเวณนอกเขตน้ำขึ้น – น้ำลง (Sub tidal) โดยจะพบจุดที่มีความหนาแน่นสูงที่ระยะห่างจากฝั่งประมาณ 750 เมตร

ตารางที่ 4 -15 ระยะห่างจากฝั่งเฉลี่ยด้วยสมการ Euclidean Distance method บริเวณเกาะมุก

ประเภท	ระยะห่างจากฝั่งเฉลี่ย(เมตร)
กลุ่มไบขนาดเล็ก	125
กลุ่มไบขนาดปานกลาง	271.9
กลุ่มไบขนาดใหญ่	594.6

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มหญ้าทะเลที่มีไบขนาดเล็กและกลุ่มไบที่มีขนาดปานกลางจะพบบริเวณใกล้ชายฝั่งในเขตน้ำขึ้น – น้ำลง (Inter tidal) โดยจะพบจุดที่มีความหนาแน่นสูงที่ระยะห่างจากฝั่งประมาณ 125 เมตร และ 271 เมตรตามลำดับ ส่วนกลุ่มหญ้าทะเลที่มีไบขนาดใหญ่ส่วนมากจะพบบริเวณนอกเขตน้ำขึ้น – น้ำลง (Sub tidal) โดยจะพบจุดที่มีความหนาแน่นสูงที่ระยะห่างจากฝั่งประมาณ 594 เมตร



ภาพที่ 4-10 แผนภูมิแสดงระยะห่างจากฝั่งเฉลี่ยของบริเวณที่มีโอกาสเกิดหญ้าทะเลที่มีความหนาแน่นสูง

คำอธิบายภาพ

Small = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็ก

Medium = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดปานกลาง

Large = กลุ่มหญ้าทะเลที่มีใบขนาดใหญ่

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการสำรวจระยะไกล ในการสำรวจแหล่งหญ้าทะเลโดยใช้ระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กในการสำรวจ ในการจัดทำแผนที่การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเล แผนที่ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล และแผนที่การกระจายความหนาแน่นของหญ้าทะเลนอกจากนี้ทดสอบวิธีการที่เหมาะสม ระหว่างวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel based classification) วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object based classification)

ในการจัดทำแผนที่การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลจากภาพถ่ายระยะเยื้องสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก ด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพด้วยเทคนิคการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุดนั้นให้ มีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 81% และมีค่าสัมประสิทธิ์แคปปา เท่ากับ 0.73 ซึ่งอยู่ในช่วงสามารถยอมรับได้อย่างมาก(substantial agreement) ซึ่งให้ค่าความถูกต้องค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจำแนกข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม และการจัดทำแผนที่ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล มีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 77% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.69 ซึ่งอยู่ในช่วงสามารถยอมรับได้อย่างมาก(substantial agreement)เช่นเดียวกัน การจัดทำแผนที่หญ้าทะเลนั้นเพื่อที่จะให้ได้ผลที่มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นจะต้องทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาน้ำลง หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กสามารถกำหนดช่วงเวลาในการบันทึกภาพได้อย่างอิสระ(Data on demand) สามารถข้ามข้อจำกัดของภาพถ่ายดาวเทียมได้ เนื่องจากดาวเทียมไม่สามารถเลือกช่วงเวลาในการบันทึกภาพได้ ข้อมูลที่ได้นั้นมีรายละเอียดสูงซึ่งมีรายละเอียดของภาพ (Resolutions) อยู่ที่ประมาณ 12 เซนติเมตร ต่อ 1 พิกเซล เมื่อบินถ่ายที่เพดานบิน 300 เมตร

การทดสอบวิธีการจำแนกระหว่างการจำแนกแบบ วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel based classification) และวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object based classification) ในพื้นที่ตัวอย่างพบว่าวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงคลื่น โดยใช้การจำแนกวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้วยเทคนิคการจำแนกแบบความน่าจะเป็นสูงสุด นั้นให้ค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 88 % และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.8 อยู่ในช่วงสามารถยอมรับได้อย่างมาก(substantial agreement) ขณะที่วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นผิว ค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 78 % และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.71 อยู่ในช่วงสามารถยอมรับได้อย่างมาก(substantial agreement)เช่นกัน จะเห็นว่าวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพมีค่าความ

ถูกต้องโดยรวมมากกว่า เนื่องจากภาพถ่ายจะหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กนั้นเป็นภาพถ่ายรายละเอียดสูง (Very High Resolution) ซึ่งช่วยให้ในการทำพื้นที่ตัวอย่าง (Training area) เพื่อใช้ในการจำแนกประเภท(Class) ของภาพถ่ายแต่ละชนิดนั้นง่ายขึ้น ด้วยเทคนิคการจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปเป็นไปได้สูงสุด ทำให้มีความถูกต้องของการจำแนกสูงขึ้น

ข้อจำกัดของระบบหุ่นยนต์อากาศยานมีอยู่ที่แบตเตอรี่ที่สามารถทำการบินบันทึกภาพได้ประมาณ 15 นาที คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 1 ตารางกิโลเมตร ซึ่งถ้าพื้นที่การศึกษามีขนาดใหญ่ จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่หลายก้อนและช่วงระยะเวลาที่ยาวนานในการบันทึกภาพ นอกจากนี้ระบบหุ่นยนต์อากาศยานนั้นไม่สามารถบินบันทึกภาพในขณะที่มีฝนตกได้ สภาพภูมิอากาศจึงเป็นปัญหา และข้อจำกัดอีกอย่างหนึ่งของการใช้ระบบหุ่นยนต์อากาศยาน

5.2 การวิเคราะห์ SWOT ระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก

2.7.1 การวิเคราะห์ S (Strength)

การสำรวจและจัดทำแผนที่ภาพถ่ายด้วยหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กนั้นสามารถข้ามขีดจำกัดของการสำรวจพื้นที่ภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียมนั้นไม่สามารถบันทึกภาพพื้นที่ภาพถ่ายเลขณน้ำลงได้ เนื่องจากไม่สามารถ กำหนดเวลาในการบันทึกภาพได้ แต่หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กนั้นสามารถเลือกช่วงเวลาในการบันทึกภาพได้อย่างอิสระตามความต้องการ (Data on demand) และ อีกทั้งได้ข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ภาพถ่ายเป็นบริเวณกว้าง ซึ่งช่วยลดกำลังคน และประหยัดเวลาในการลงพื้นที่สำรวจแหล่งภาพถ่ายข้อมูลภาพที่มีความชัดเจนและมีรายละเอียดสูง และไม่มีปัญหาในการบดบังของเมฆ

2.7.2 การวิเคราะห์ W (Weakness)

หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กนั้น มีข้อจำกัดทางด้านสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากไม่สามารถทำการบันทึกภาพขณะฝนตกได้ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการชำรุดได้ มีอัตราการใช้พลังงานของแบตเตอรี่สูง ประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณสามารถส่งสัญญาณได้ในรัศมีเพียง 2 กิโลเมตร และไม่สามารถบันทึกภาพในช่วงเวลา 11.00 น. ถึง 13.00 น. ได้ เนื่องจากแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์กับผิวหนัง(Glitter noise) ทำให้เกิดปัญหาในการต่อภาพ

2.7.3 การวิเคราะห์ O (Opportunity)

นอกจากใช้หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก สำรวจพื้นที่ภาพถ่ายแล้วยังสามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายรายละเอียดสูงในการศึกษาและสำรวจทรัพยากรชายฝั่งอื่น ๆ ได้อีกด้วย เช่น แนวปะการัง ป่าชายหาด ป่าชายเลน เพื่อนำไปช่วยในการวางแผนการจัดการทรัพยากรชายฝั่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.7.4 การวิเคราะห์ T (Threat)

ข้อจำกัดของเทคโนโลยีหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กในปัจจุบันที่ยังไม่สามารถตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้ได้ ในอีกหลาย ๆ ด้าน เนื่องด้วยราคาที่สูง

5.3 อภิปรายผลการศึกษา

การประยุกต์ใช้หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กในการสำรวจแหล่งหญ้าทะเลหรือทรัพยากรชายฝั่งต่าง ๆ นั้นพบว่ามีประสิทธิภาพอย่างมากในการสำรวจหญ้าทะเลและทรัพยากรชายฝั่ง เนื่องจากข้อมูลที่ได้มีรายละเอียดสูง และสามารถเลือกช่วงเวลาในการบันทึกภาพได้อย่างอิสระ ดังเช่น การศึกษาของ Hodgson et al. (2013) ได้ใช้หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กในการสำรวจพะยูนและทรัพยากรชายฝั่ง พบว่าหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กนั้นมีประสิทธิภาพในการสำรวจพะยูนและทรัพยากรชายฝั่งอย่างมาก ซึ่งความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจะขึ้นอยู่กับรายละเอียดของภาพ

(Spatial - resolution) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ramsewak et al. (2012) ได้ประยุกต์ใช้ระบบหุ่นยนต์อากาศยาน(UAS) ร่วมกับการสำรวจภาคสนาม เพื่อสำรวจการเปลี่ยนแปลงการสะสมของคาร์บอนและมวลชีวภาพในแนวปะการังและหญ้าทะเล บริเวณ Florida key ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าระบบหุ่นยนต์อากาศยานสามารถให้ผลผลิตภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงได้เป็นอย่างดี

การศึกษาในอดีตของ สมบัติ ภู่วชิรานนท์และคณะในปี พ.ศ. 2549 พบว่าพื้นที่หญ้าทะเลบริเวณหาดเจ้าไหมนั้นครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 9,000 ไร่ พบหญ้าทะเลทั้งหมด 11 ชนิด จากผลการศึกษาจะเห็นลักษณะการกระจายตัวของหญ้าทะเล โดยหญ้าใบมะกรูด และหญ้าชะเงาใบมน จะพบมากบริเวณใกล้ชายฝั่งในเขตน้ำขึ้น – น้ำลง (Inter tidal Zone) ในช่วงระดับความลึก 1- 3 เมตร ส่วนหญ้าคาทะเล พบมากในบริเวณเขตใต้น้ำ (Sub tidal zone) ขึ้นเป็นผืนใหญ่บริเวณล่องน้ำระหว่างหาดหยงหล้าและเกาะมุก มีความลึกมากที่สุดถึง 7 เมตร จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามนั้น พบว่าหญ้าคาทะเลนั้นขึ้นปะปนกับหญ้าทะเลชนิดอื่น ในเขตน้ำขึ้น – น้ำลง ซึ่งสามารถพบหญ้าคาทะเลได้ตั้งแต่แนวเขตน้ำขึ้น ไปจนถึงเขตน้ำลึก (สมบัติ ภู่วชิรานนท์, 2549)

เมื่อเปรียบเทียบผลการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพและการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุพบว่า การจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพให้ค่าความถูกต้องโดยรวมมากกว่า จากการศึกษาของ วิศรุทธิ์ อินทรเรือง (2557) ได้ทำการแผนที่การจำแนกชนิดหญ้าทะเล ใน อ่าวป่าคลอก จังหวัดภูเก็ต ด้วยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม WorldView-2

โดยทำการจำแนกหญ้าทะเล 3 ชนิด ได้แก่ หญ้าคาทะเล หญ้าใบมะกรูด และหญ้าชะเงาเต่า พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 75% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.61 และแผนที่ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 73.74% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.64

Phinn et al.(2008) ทำแผนที่ชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลในเขตน้ำตื้นน้อยกว่า 3 เมตร บริเวณอ่าว Moreton ประเทศออสเตรเลียโดยเปรียบเทียบระหว่าง Multi-spectral satellite (QuickBird-2)กับ Airborne hyper-spectral (CASI-2) มีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 22.69 และร้อยละ 28.11 ตามลำดับ

การจัดทำแผนที่ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเลในการศึกษารั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับ การศึกษาของวิศรุทธิ์ อินทรเรือง (2557)ได้ทำการแผนที่ร้อยละการปกคลุมหญ้าทะเลบริเวณ อ่าว ป่าคลอกจังหวัดภูเก็ต ด้วยวิธีควบคุม โยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม WorldView-2ด้วย เทคนิคความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood classification) มีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 73.74 % และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.64 และ Roelfsema et al.(2014) ทำแผนที่ร้อยละการ ปกคลุมของหญ้าทะเล โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS, QuickBird-2 และ WorldView-2 โดย แบ่งระดับการปกคลุมเป็น 4 ระดับ(1-10%,10-40%,40-70%,และ 70-100%)ด้วยวิธี Semi-automated object based image analysis มีค่าความถูกต้องโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 52

ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า การจัดทำแผนที่ร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเลจาก ภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวม มากกว่า โดยมีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 77% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.69 ระดับ ความเชื่อมั่นอยู่ที่ระดับสามารถยอมรับได้ดี

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในครั้งนี้แล้วพบว่า ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์ อากาศยานขนาดเล็กนั้นให้ค่าความถูกต้องมากกว่าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เนื่องจากรายละเอียดเชิง พื้นที่(Spatial resolution) ของภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานมีความละเอียดมากกว่าโดย จะมีความละเอียดต่อ 1 จุดภาพ(Pixel) อยู่ที่ประมาณ 10 เซนติเมตร ซึ่งจะให้ค่าความถูกต้อง โดยรวมมากกว่า โดยการศึกษาของ Hodgson et al. (2013)พบว่าหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กมี ประสิทธิภาพในการสำรวจทรัพยากรชายฝั่งเป็นอย่างมาก โดยความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจะ ขึ้นอยู่กับรายละเอียดเชิงพื้นที่ของภาพ

ถึงแม้ว่าจะมีค่าความถูกต้องโดยรวมสูง แต่ก็ยังพบการปนกันปะปนของกลุ่มหญ้าทะเล แต่ละประเภทจากการสำรวจภาคสนาม พบว่าการขึ้นปะปนกันของหญ้าทะเลที่มีใบขนาดเล็กและ ขนาดกลางมีการขึ้นปะปนกันอยู่มาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาเก็บข้อมูลให้ครบทั้ง 2 ช่วง คือ ช่วงก่อนฤดูมรสุม และ หลังฤดูมรสุม เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หญ้าทะเลเนื่องจากหญ้าทะเลเป็นระบบนิเวศ ที่อ่อนไหวและได้รับผลกระทบทั้งจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งหากมีการเปลี่ยนแปลงการไหลของกระแสน้ำ อาจจะทำให้ตะกอนถูกพาพัดลงบริเวณในแหล่งหญ้าทะเล ซึ่งตะกอนนั้นสามารถส่งผลกระทบต่อในการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลและอาจทำให้หญ้าทะเลตายได้ สาเหตุที่ทำให้ปริมาณหญ้าทะเลลดลงนั้นส่วนมากมาจากตะกอนที่ทับถมในแหล่งหญ้าทะเลมากเกินไป

คุณภาพของภาพที่ได้นั้นขึ้นอยู่กับเวลาที่ทำการบันทึกต่อช่วงเวลาการทำมุมของดวงอาทิตย์ เพื่อให้ได้ภาพที่ดีที่สุดควรบันทึกภาพในช่วงเวลาที่ดวงอาทิตย์ไม่ทำมุมตั้งฉากกับกล้องจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ในช่วงเวลา 11.00 – 13.00 เป็นช่วงเวลาที่ควรหลีกเลี่ยงมากที่สุด เนื่องจากทำให้เกิดแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์กับผิวน้ำ (Glitter noise problem) ซึ่งส่งผลต่อการทำภาพออร์โธ (Orthomosaic)

สำหรับการศึกษาในอนาคต ควรใช้กล้องถ่ายภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral Camera) ติดกับหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก เพื่อหาช่วงคลื่นที่เหมาะสมและเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกมากขึ้น

บรรณานุกรม

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2556). *คลังความรู้ทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง*. เข้าถึงได้จาก http://marinegiscenter.dmcr.go.th/km/seagrass_doc01/
- กาญจนภานันท์ ลีวมนต์, สุจิน ดิแท้ และวิทยา ศรีมโนภาย. (2534). *อนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของหญ้าทะเลในประเทศไทย*. รายงานจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- กาญจนภานันท์ ลีวมนต์, สุจิน ดิแท้, วิทยา ศรีมโนภาย และ Hisao Ogawa. (2536). ชนิดและการแพร่กระจายของหญ้าทะเลในประเทศไทย. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 31 สาขาสัตววิทยา ประมง สัตวแพทยศาสตร์* (หน้า 3-6). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จตุพร พันธุ์ทอง. (2554). *การประยุกต์เทคนิคการรับรู้ระยะไกลเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากหลายแหล่งในการจำแนกหญ้าทะเล กรณีศึกษา: อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาภูมิศาสตร์, คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จิตาภรณ์ สาดแสงจันทร์. (2556). *การจำแนกเชิงวัตถุจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม THEOS : กรณีศึกษาในบริเวณจังหวัดจันทบุรี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาภูมิศาสตร์, คณะอักษรศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทรารุช พูลิ่งห์. (2548). *การศึกษาเทคนิคสำรวจระยะไกลเพื่อการจำแนกแหล่งหญ้าทะเลอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและการบริหารสิ่งแวดล้อม, คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ปิยะฉัตร ลีลาศิลปะศาสน์. (2550). *การเลือกแบนด์วิดจ์สำหรับการประมาณความหนาแน่นแบบเคอร์เนลของฟังก์ชันตัวแปรสุ่ม*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิศรุทธิ์ อินทรเรือง, วีระพงษ์ เกิดสิน, ศุภะสิทธิ์ บุญเพียรผล, และชนิดา สุวรรณประสิทธิ์. (2557). การประยุกต์ใช้การสำรวจภาคสนามร่วมกับการสำรวจระยะไกลเพื่อสร้างแผนที่ขอบเขต และการแพร่กระจายของหญ้าทะเล กรณีศึกษาอ่าวป่าคลอก จังหวัดภูเก็ต. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเลครั้งที่ 4 ศูนย์ประชุมนานาชาติ ฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี (หน้า 1-18). สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุกัญญา คิ้วงูณ. (2555). *ภาพถ่ายทางอากาศ*. เข้าถึงได้จาก

http://sukanyageo29.blogspot.com/2012/06/blog-post_3462.html.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน องค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN). (2553). *การติดตามการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในแหล่งหญ้าทะเลกระบี่ โดยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับข้อมูลจากชุมชน*. นครศรีธรรมราช: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.

สมบัติ ภูวชิรานนท์, กาญจนา อุดลยโกศล, ภูธร แซ่หลิม, อศิสร เจริญวัฒนาพร, ชัยมงคล เข้มอรุณพัฒนา และจันทร์เพ็ญ วุฒิวรวงศ์. (2549). *หญ้าทะเลในน่านน้ำไทย*. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน. ภูเก็ต: ลิ้มมาร์คแอนด์เวอร์ไทซ์ซิ่ง.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2552). *คำรบทเทคโนโลยีอวกาศและ ภูมิสารสนเทศศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์ พริ้นติ้งแอนด์พับลิชซิ่ง.

สำนักงานและพัฒนาศาสตร์ภูมิศาสตร์. (2558). *การรับรู้จากระยะไกล*.

เข้าถึงได้จาก http://www.gi.mict.go.th/art_GIS.htm

อัญชญา ประเทพ. (2549). *ผลกระทบของคลื่นสึนามิต่อทรัพยากรสาหร่ายและหญ้าทะเลการติดตามการฟื้นตัวของทรัพยากรในระยะยาวบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม บริเวณเกาะมุกด์ จังหวัดตรัง และใกล้เคียง*. สงขลา: หน่วยวิจัยสาหร่ายและหญ้าทะเล ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพแห่งคาบสมุทไทย, ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Anchana Prathep & Kitsanai Charoenjit. (2009). *Seagrass Mapping Using Landsat imagery Before and After Tsunami from 2003 – 2009 investigation in Libong Island, Thailand*.

Centre for Biodiversity of Peninsular Thailand, Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University.

Bakirman, T., Gumusay, M.U., & Tuney, I. (2016). Mapping of the seagrass cover along the Mediterranean coast of Turkey using Landsat 8 OLI image. *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*,(6), 1103-1105.

Haralick, R. M. (1979). Statistical and structural approaches to Texture. *Proceedings of the IEEE*, 67(5), 786-804.

Lyons, M., Kovacs, E.M., Maxwell, P., & Suanders, M. I. (2014). Multi-temporal mapping of seagrass cover, species and biomass :A semi- automated object baesd image analysis approach. *Remote Sensing of Environment*, 150,172-187.

- Lyons, M., Phinn, S., & Roelfsema, C. M. (2011). *Long Term Land Cover and Seagrass Mapping Using Landsat Sensors from 1972 – 2010 in the Coastal Environment of South East Queensland, Australia*. Australia: Biophysical Remote Sensing Group, Centre for Spatial Environmental Research, School of Geography, Planning and Environmental Management, University of Queensland.
- Meehan, A. J., Willaim, R. J., & Watford, F. A. (2005). Detecting Trend in Seagrass Abundance Using Aerial Photograph Interpretation : Problems Arising with the Evolution of Mapping Methods. *Estuaries*, 28(3), 462-472.
- Phinn, S., Roelsema, C. M., Dekker, A., Brando, V., & Anstee, J. (2008). Mapping seagrass species, cover and biomass in shallow waters: An assessment of satellite multi-spectral and airborne hyper-spectral imaging system in Moreton Bay (Australia). *Remote Sens Environ*, 112, 413-3425.
- Ramsewak, D., Herwitz, S., Muller-Karger, F., Hu, C., Toro-Farmer, G., Vega-Rodriguez, M., Carlson, P., Yates, K., Berthold, & Melo, N. (2012). The Application of UAV Technology for Coral Reef and Seagrass Monitoring: a Multi-Agency Project “High Resolution Assessment of Carbon Dynamics in Seagrass and Coral Reef Biomes”. In *Proceeding of The 6th URISA Caribbean GIS Conference* (pp.12-16). Jamaica: Montego Bay.
- Richard, G., Lathrop, Paul Montesano, & Scott Haag. (2006). A Multi-scale Segmentation Approach to Mapping Seagrass Habitats Using Airborne Digital Camera Imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 70(6), 665–675.
- Roberto Comas Gonzales. (2015). *Mapping seagrass meadows, using low altitude aerial images*. Mestrado em Ecologia Marinha.Faculdade de ciencias., Universidade de lisboa
- Lyons, M., Kovacs, E.M., Maxwell, P., & Suanders, M. I. (2014). Multi-temporal mapping of seagrass cover, species and biomass :A semi- automated object baesd image analysis approach. *Remote Sensing of Environment*, 150, 172-187.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Shell, J. A., Deering, D. W., & Harlan, J.C. (1974). *Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation*. Final Report, Type III,NASA/GSFC, Greenbelt MD.

- Takeshi Motohka, Kenlo Nishida Nasahara, Hiroyuki Oguma, & Sotashi Tsuchida. (2010). Applicability of Green-Red Vegetation Index for Remote Sensing of Vegetation Phenology. *Remote Sensing*, 2(10), 2369-2387.
- Ventura, D., Bruno, M., Lasinio, G. J., Belluscio, A., & Adrizzone, G. (2016). A low-cost drone based application for identifying and mapping of coastal fish nursery ground. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 171, 85-98.

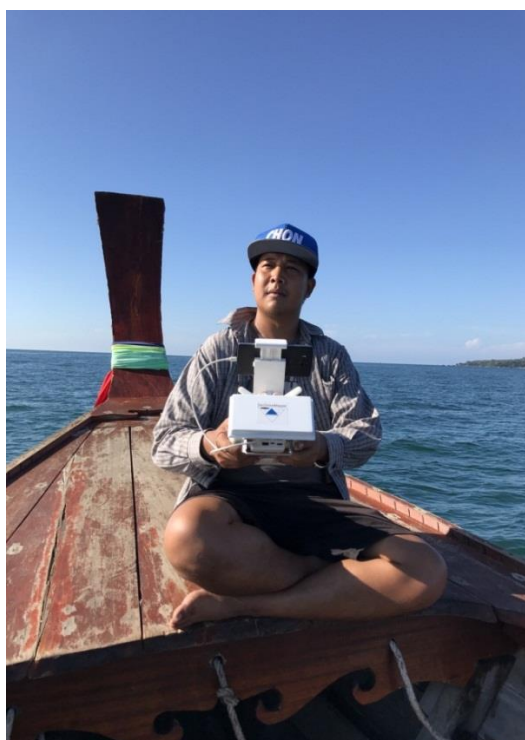
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพการสำรวจภาคสนาม



ภาพภาคผนวก ก-1 ภาพขณะติดตั้งหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก



ภาพภาคผนวก ก-2 ภาพขณะควบคุมการบินของหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก



ภาพภาคผนวก ก-3 ภาพขณะควบคุมการบินของหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก



ภาพภาคผนวก ก-4 พื้นที่หญ้าทะเลบริเวณหาดหยงหล้า

ปากน้ำตรัง (ตรัง)
Pak Nam Trang (Trang)

ละต (Lat) 07° 24' 13" น.(N)

ลอง (Long) 99° 30' 45" อ.(E)

พ.ศ.๒๕๕๙

YEAR 2016

ตุลาคม OCTOBER				พฤศจิกายน NOVEMBER				ธันวาคม DECEMBER									
เวลา	สูง (ม.)	เวลา	สูง (ม.)	เวลา	สูง (ม.)	เวลา	สูง (ม.)	เวลา	สูง (ม.)	เวลา	สูง (ม.)						
TIME	HT (M.)	TIME	HT (M.)	TIME	HT (M.)	TIME	HT (M.)	TIME	HT (M.)	TIME	HT (M.)						
1 SA ●	0557 1148 1815	0.87 3.55 0.79	16 SU ☉	0601 1133 1822	0.84 3.65 0.72	1 TU	0010 0636 1218 1836	3.62 0.90 3.38 0.85	16 WE	0030 0712 1232 1912	3.75 0.69 3.41 0.76	1 TH	0019 0645 1224 1838	3.52 0.82 3.18 0.80	16 FR	0052 0734 1259 1929	3.58 0.55 3.18 0.71
2 SU	0003 0631 1217 1845	3.55 0.87 3.54 0.81	17 MO	0010 0648 1215 1902	3.75 0.78 3.63 0.73	2 WE	0041 0703 1243 1900	3.61 0.92 3.34 0.88	17 TH	0105 0747 1310 1943	3.71 0.75 3.34 0.87	2 FR	0047 0715 1250 1906	3.50 0.84 3.17 0.84	17 SA	0127 0807 1337 1959	3.52 0.63 3.13 0.82
3 MO	0035 0700 1245 1909	3.59 0.89 3.51 0.84	18 TU	0049 0729 1251 1936	3.77 0.79 3.58 0.81	3 TH	0107 0727 1303 1923	3.56 0.96 3.27 0.95	18 FR	0139 0817 1349 2009	3.62 0.87 3.22 1.03	3 SA	0112 0741 1319 1931	3.45 0.89 3.13 0.94	18 SU	0201 0836 1416 2026	3.40 0.73 3.04 0.96
4 TU	0105 0725 1309 1930	3.59 0.94 3.44 0.89	19 WE	0124 0800 1328 2002	3.75 0.88 3.48 0.94	4 FR	0127 0747 1325 1942	3.46 1.04 3.16 1.08	19 SA	0215 0844 1431 2034	3.46 1.01 3.04 1.21	4 SU	0137 0804 1353 1956	3.36 0.96 3.04 1.06	19 MO	0237 0900 1459 2053	3.22 0.85 2.89 1.12
5 WE	0131 0745 1325 1947	3.53 1.00 3.33 0.99	20 TH	0158 0828 1406 2025	3.66 1.01 3.31 1.11	5 SA	0142 0806 1350 1959	3.33 1.13 3.00 1.24	20 SU	0253 0911 1519 2105	3.23 1.15 2.82 1.43	5 MO	0207 0829 1433 2025	3.24 1.03 2.91 1.21	20 TU	0314 0926 1545 2128	3.00 0.98 2.73 1.30
6 TH	0149 0802 1337 2002	3.41 1.10 3.17 1.14	21 FR	0232 0851 1446 2047	3.47 1.17 3.06 1.33	6 SU	0200 0827 1424 2022	3.17 1.23 2.81 1.42	21 MO	0337 0945 1623 2154	2.97 1.30 2.62 1.64	6 TU	0244 0900 1523 2107	3.09 1.11 2.78 1.38	21 WE	0355 0959 1641 2218	2.77 1.12 2.59 1.48
7 FR	0159 0817 1354 2015	3.24 1.22 2.96 1.32	22 SA	0310 0917 1537 2118	3.20 1.35 2.78 1.58	7 MO	0232 0859 1525 2105	2.99 1.36 2.62 1.64	22 TU	0436 1043 1802 2329	2.74 1.43 2.57 1.78	7 WE	0333 0945 1633 2215	2.93 1.20 2.69 1.54	22 TH	0451 1050 1757 2354	2.56 1.27 2.53 1.58
8 SA	0208 0835 1417 2033	3.05 1.36 2.73 1.53	23 SU	0358 1002 1659 2222	2.92 1.53 2.55 1.83	8 TU	0344 0956 1710 2234	2.83 1.50 2.55 1.83	23 WE	0602 1238 1926 2.71	2.62 1.44 2.71	8 TH	0445 1101 1808 2.74	2.80 1.28 2.74	23 FR	0606 1225 1920 2.60	2.42 1.35 2.60
9 SU	0235 0908 1521 2115	2.86 1.54 2.50 1.77	24 MO	0519 1148 1904 2.59	2.71 1.64 2.59	9 WE	0526 1210 1904 2.74	2.77 1.53 2.74	24 TH	0145 0725 1409 2029	1.62 2.67 1.28 2.93	9 FR	0014 0615 1251 1933	1.54 2.76 1.21 2.94	24 SA	0200 0732 1403 2030	1.44 2.42 1.27 2.75
10 MO	0406 1015 1750 2306	2.68 1.73 2.42 1.97	25 TU	0052 0709 1404 2026	1.86 2.72 1.43 2.85	10 TH	0111 0705 1348 2015	1.69 2.90 1.28 3.08	25 FR	0247 0831 1501 2116	1.36 2.80 1.11 3.14	10 SA	0148 0740 1411 2042	1.33 2.85 1.04 3.20	25 SU	0302 0848 1501 2125	1.22 2.52 1.13 2.94
11 TU	0619 1330 1955	2.70 1.62 2.71	26 WE	0228 0825 1459 2119	1.57 2.91 1.17 3.12	11 FR	0226 0817 1455 2112	1.39 3.13 1.04 3.38	26 SA	0336 0926 1545 2157	1.15 2.94 1.00 3.30	11 SU	0304 0851 1523 2144	1.09 2.99 0.88 3.41	26 MO	0349 0945 1546 2210	1.03 2.67 1.00 3.10
12 WE	0156 0757 1436 2053	1.70 2.97 1.30 3.08	27 TH	0320 0922 1544 2158	1.29 3.12 0.98 3.33	12 SA	0335 0917 1600 2207	1.14 3.32 0.87 3.60	27 SU	0421 1011 1625 2234	1.00 3.05 0.92 3.41	12 MO	0416 0957 1629 2241	0.86 3.10 0.74 3.54	27 TU	0431 1029 1628 2250	0.89 2.81 0.88 3.23
13 TH	0259 0859 1536 2143	1.38 3.28 1.05 3.38	28 FR	0407 1006 1626 2230	1.08 3.27 0.89 3.47	13 SU	0442 1015 1700 2300	0.94 3.42 0.76 3.71	28 MO	0501 1049 1701 2311	0.91 3.12 0.87 3.48	13 TU	0517 1055 1725 2331	0.68 3.17 0.65 3.60	28 WE	0513 1106 1708 2329	0.79 2.91 0.78 3.32
14 FR	0403 0952 1637 2233	1.14 3.51 0.88 3.59	29 SA	0450 1043 1704 2303	0.96 3.36 0.86 3.55	14 MO	0540 1109 1752 2348	0.78 3.45 0.70 3.76	29 TU	0539 1125 1735 2347	0.86 3.16 0.83 3.52	14 WE	0610 1142 1813 0.62	0.57 3.20 0.62	29 TH	0552 1141 1747 0.71	0.72 2.98 0.71
15 SA	0506 1045 1733 2324	0.96 3.62 0.77 3.70	30 SU	0530 1116 1739 2336	0.91 3.39 0.85 3.60	15 TU	0630 1154 1835 0.70	0.70 3.44 0.70	30 WE	0613 1157 1808 0.80	0.83 3.18 0.80	15 TH	0015 0655 1222 1854	3.61 0.53 3.20 0.64	30 FR	0003 0630 1211 1826	3.37 0.69 3.03 0.68
			31 MO	0606 1148 1809	0.89 3.40 0.85										31 SA	0034 0707 1241 1900	3.39 0.68 3.08 0.69

สูงของน้ำทำนายเป็นเมตรเหนือระดับน้ำลงต่ำที่สุด

HEIGHTS OF WATER PREDICTED IN METERS ABOVE THE LOWEST LOW WATER

ภาพภาคผนวก ก-5 มาตรฐานน้ำปากน้ำตรังปีพ.ศ.255



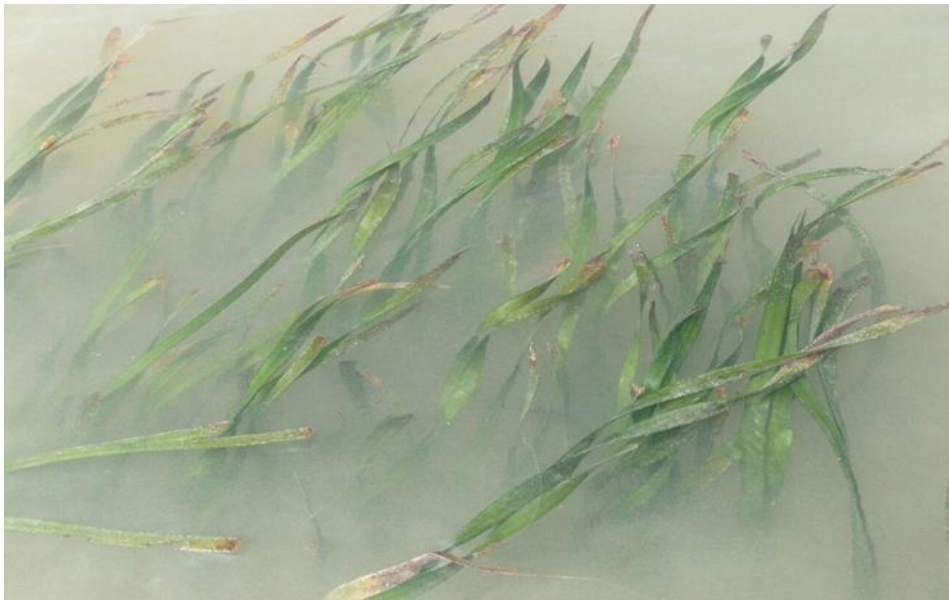
ภาพภาคผนวก ก-6 หญ้าชะเงาเต่า



ภาพภาคผนวก ก-7 หญ้าชะเงาปลายมน



ภาพภาคผนวก ก-8 หญ้าใบมะกรูด



ภาพภาคผนวก ก-9 หญ้าคาทะเล

ภาคผนวก ข

งานวิชาการที่เผยแพร่



การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์อากาศยานในการจำแนกชนิดพันธุ์หญ้าทะเลบริเวณ
อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง

Application of Very High Resolution Imageries from Mini Unmanned Aerial System for
Seagrass Species Classification in Had Chao Mai National Park, Trang Province.

พิสุทธิ์ กวีวังโส^{1*} กฤษณัยน์ เจริญจิตร² กาญจนา หริ่มเพ็ง¹

¹ สาขาวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา

² คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา

* Corresponding - author: Email: pisuthkav@gmail.com

บทคัดย่อ

หญ้าทะเลเป็นแหล่งทรัพยากรชายฝั่งที่สำคัญ ซึ่งเป็นแหล่งอาหาร และที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ ปัจจุบันหญ้าทะเลมีปริมาณลดลง เนื่องจาก ถูกทำลายจากมนุษย์ และภัยธรรมชาติ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ภาพถ่ายทางอากาศจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (Small Unmanned Aerial Vehicle : sUAV) เพื่อจัดทำแผนที่ภาพถ่ายรายละเอียดสูง ของชนิดพันธุ์หญ้าทะเล และความหนาแน่นของหญ้าทะเล โดยภาพจากหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก จะเป็นภาพสีจริง (RGB camera) และภาพอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared) เพื่อทดสอบการจำแนกระหว่าง การจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel Based Classification) ด้วยขั้นตอนการจำแนกความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood-Classification) กับวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-based Classification) ร่วมกับแบบจำลองฐานกฎ (Rule Based Model) เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกชนิดพันธุ์หญ้าทะเล ผลการศึกษา ในภาคสนามชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลที่พบได้แก่ หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) หญ้าใบมะกูด (*Halophila ovalis*) หญ้าชะเงาเต่า (*Thalassia hemprichii*) เป็นต้น ผลวิธีการจำแนกแบบควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญมีความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) สูงกว่าเทคนิคการจำแนกเชิงวัตถุ โดยวิธีการจำแนกแบบควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญมีความถูกต้องโดยรวม 88% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Coefficient) อยู่ที่ 0.84 ส่วนวิธีการจำแนกเชิงวัตถุความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 80% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.71 จึงนำวิธีการจำแนกแบบควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญมาทำแผนที่ การจำแนกร้อยละความหนาแน่นของหญ้าทะเล โดยความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 77% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.69 สำหรับการศึกษาในอนาคต ควรใช้กล้องถ่ายภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral Camera) เพื่อช่วงคลื่นที่เหมาะสมในการจำแนกมากขึ้น

คำสำคัญ : หญ้าทะเล, ระบบอากาศยานขนาดเล็ก, การจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ,อินฟราเรดใกล้

ABSTRACT

Seagrass ecosystem is importantly known to the marine resources, It also provides a habitat and food of aquatic life. Currently, the seagrass area has decreasing through Human and Natural factors. The ground data and aerial images obtained by the small Unmanned Aerial System (sUAS) were used in this study. The RGB-NIR cameras and the grid flight planning were selected for image capturing. For the seagrass species identification, the Maximum likelihood Classification (MLC) was applied for the pixel based classification and the rule based was applied for the object based classification then compared both methods by the accuracy assessment. The seagrass in this area is shown to species of *Enhalus acoroides*, *Halophila ovalis* and *Thalassia hemprichii*. The highest accuracy is shown in the MLC method as the accuracy of around 88% (Kappa coefficient as 0.8) while the rule based classification is shown to the accuracy around 80% (Kappa coefficient 0.7) these data can be



appropriated for the seagrass mapping methodology. Further study will apply the multispectral camera on the sUAS for improve the accuracy of seagrass mapping.

Keywords : seagrass, sUAS, MLC, Near-infrared

บทนำ

หญ้าทะเลนั้นมีความสำคัญในหลายด้าน ได้แก่ เป็นแหล่งอาหาร แหล่งที่อยู่อาศัย และแหล่งวางไข่ของสัตว์น้ำบางชนิด และยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างเช่น พะยูน เต่าทะเล และโลมา เป็นต้น หญ้าทะเลที่พบในประเทศไทยมีประมาณ 11 ชนิด (สมบัติและคณะ,2549) ซึ่งหญ้าทะเลนั้นเป็นระบบนิเวศแรก ๆ ที่ได้รับผลกระทบจากบนแผ่นดินและทะเล ทั้งที่เกิดจากมนุษย์และธรรมชาติ ไม่ว่าจะทางตรงหรือทางอ้อม (กรมทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง,2556) ซึ่งบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม เป็นแหล่งหญ้าทะเลที่สำคัญของประเทศ พบหญ้าทะเลทั้งหมด 8 ชนิด จาก 11 ชนิด ทั้งนี้ผู้วิจัยความสนใจในการใช้การสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) จากระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก (Small Unmanned Aerial System: sUAS)

จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลในการสำรวจหญ้าทะเลโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Imagery) มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งไม่สามารถกำหนดช่วงเวลาในการบันทึกภาพได้อย่างอิสระ (Temporal Resolution) จึงทำให้ไม่เหมาะสมกับการสำรวจหญ้าทะเล เนื่องจากอยู่ในบริเวณที่มีน้ำขึ้น - น้ำลง รวมทั้งอาจจะมีเมฆบดบังหรือรายละเอียดความคมชัดของภาพ (Spatial Resolution) ซึ่งตรงกันข้ามกับระบบหุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็กนั้นสามารถจะบันทึกข้อมูลได้อย่างอิสระ (Data on demand) และได้ภาพที่มีรายละเอียดสูง (Very High Resolution : VHR) โดยใช้วิธีการจำแนกหญ้าทะเลด้วยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ (Supervised classification) และวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object based classification) โดยใช้ดัชนีพืชพรรณ NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ,2552) ช่วยในการจำแนกร่วมกับกล้องอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared :NIR) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนก และคุณสมบัติการสะท้อนของวัตถุ (Spectral Reflectance) ช่วยในการจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเล

ในงานวิจัยนี้จะมุ่งประเด็นวิจัยในการประยุกต์ภาพถ่ายทางอากาศจากระบบหุ่นยนต์อากาศยาน เพราะภาพที่ได้มีความละเอียดสูง (Very high Resolution : VHR) สามารถกำหนดช่วงเวลาได้อย่างอิสระ รวมทั้งพัฒนาแบบจำลองในการจำแนกชนิดพันธุ์หญ้าทะเล เพื่อเป็นพัฒนาในการสร้างรูปแบบการจำแนก และและเป็นแนวทางสำหรับวิธีการสำรวจรูปแบบใหม่โดยใช้ระบบหุ่นยนต์อากาศยานต่อไปในอนาคต

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกชนิดพันธุ์หญ้าทะเล ด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ และการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. สถานที่ศึกษา

บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง โดยใช้ระบบพิกัดกริดแบบยูทีเอ็ม (Universal Transverse Mercator :UTM) แบบจำลองโลก WGS 1984 Zone 47N มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ คือ 534068 E 814725 N มีพื้นที่โดยประมาณ 7,000 ไร่

แสดงดังรูปที่ 1

2. การเก็บข้อมูล

ทำการเตรียมข้อมูลพื้นฐานทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ศึกษา (GIS database) เพื่อช่วยในการสำรวจภาคสนามให้มีความถูกต้องทั้งทางทฤษฎี และปฏิบัติ โดยฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่ได้จัดเตรียม ได้แก่ ขอบเขตอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม ขอบเขตและขนาดของพื้นที่การศึกษา (Admin Boundary) เส้นทาง (Road) ภาพพื้นที่การศึกษาซึ่งได้จากภาพถ่ายโปรแกรม Google Earth ปี 2015 และระบบฐานข้อมูลสารสนเทศจากกรมทรัพยากรชายฝั่ง



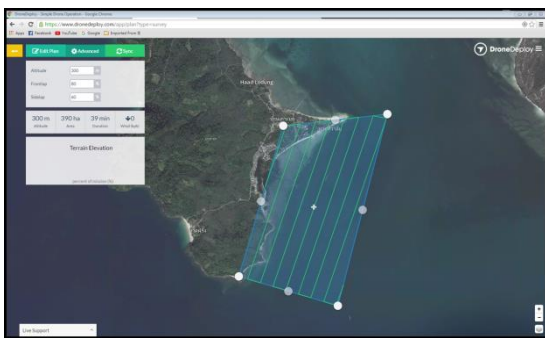
รูปที่ 1 พื้นที่หญ้าทะเลบริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม

2.2 การเก็บข้อมูลภาคสนาม

การเก็บข้อมูลในภาคสนามจะทำการสุ่มสำรวจแบบจุด (spot check method) โดยจะสุ่มวาง quadrat ขนาด 0.5x0.5 เมตร (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2554) และศึกษาเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาค่าการสะท้อนพลังงาน (Reflectance) จากเครื่องสเปกโตรเรดิโอมิเตอร์ (Spectroradiometer :wavelength 325-1075 nm.) และทำการบันทึกจาก เครื่องกำหนดตำแหน่งพิคบนพื้นโลก (Global Positioning System : GPS) และเก็บตำแหน่งของจุดตัวอย่างในภาคสนาม เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประเมินค่าความถูกต้องกับภาพจากหุ่นยนต์อากาศยาน

2.3 การวางแผนแนวจับบิน และการถ่ายภาพจากระบบหุ่นยนต์อากาศยาน

กำหนดแนวการบินแบบกริด (Grid flight planning) แสดงดังรูปที่ 2

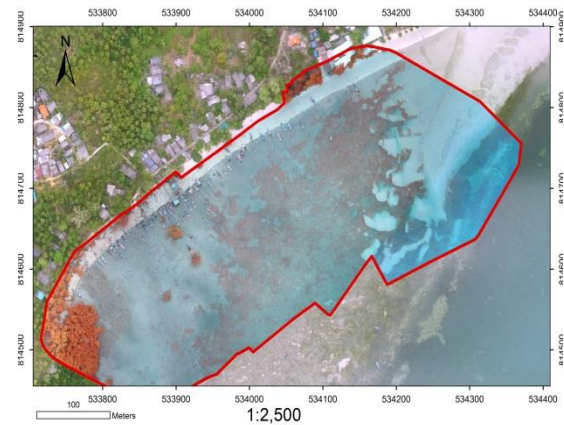


รูปที่ 2 การวางแผนแนวจับบินแบบกริด (ที่มา : www.droneDeploy.com)

โดยให้ครอบคลุมในพื้นที่การศึกษา โดยใช้ (Ground Control Point : GCP) ทั้งหมด 6 จุด เพื่อเป็นจุดอ้างอิงในการปรับแก้ภาพถ่ายเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) เพื่อให้มีความถูกต้องมากที่สุด

จากนั้นทำการบันทึกภาพถ่ายทางอากาศโดยเลือกช่วงเวลาน้ำลงต่ำสุดของวัน เพื่อให้ได้ภาพพื้นที่หญ้าทะเลอย่างชัดเจน ด้วยกล้องบันทึกภาพช่วงคลื่นตามองเห็นแบบดิจิทัล (Visible camera : RGB) แสดงดังรูปที่ 4 และบันทึกภาพช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared camera : NIR) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกพื้นที่หญ้าทะเล Charoenjit et, al (2014)

แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพถ่ายช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้



รูปที่ 4 ภาพถ่ายช่วงคลื่นตามองเห็น

โดยบินถ่ายเป็นแนวอย่างเป็นระบบเพื่อให้ง่ายต่อการประมวลผล โดยที่แนวจับบินจะต้องมีการซ้อนทับของภาพทั้งทางด้านหน้า (Overlap) ที่ 80% และด้านข้าง (Side lap) ที่ 70% แสดงดังรูปที่ 5 เพื่อความสมบูรณ์ของภาพถ่ายทางอากาศ ในการถ่ายภาพตั้งความสูงในการบินที่ 250 เมตร ความเร็วประมาณ 10-15 เมตรต่อวินาที ปรับกล้องให้ถ่ายเป็นแนวตั้งขนานกับพื้น และ

บันทึกภาพที่ 3 วินาทีต่อรูป กล้องที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ คือกล้องดิจิทัล DJI รุ่น FC300S

Resolution : 4000x3000 pixel, Focal length : 4 mm. และกล้องอินฟราเรด NGB Converted Canon S110 Resolution : 4000x3000 pixel Focal length : 4 mm ซึ่งก่อนการบินจะมีการคำนวณความสูงของการบิน โดยสมการที่ (1) ดังนี้

$$\frac{GSD}{pixelsize} = \frac{Altitude}{focal} \quad (1)$$

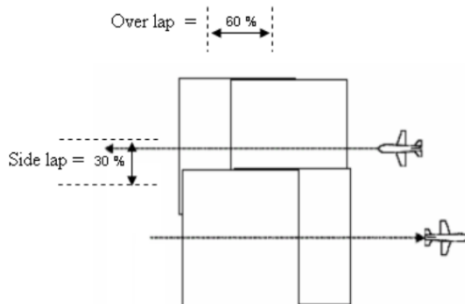
เมื่อ

Ground Sampling Distance (GSD) แทน ความละเอียดภาพต่อพิกเซล (เซนติเมตร/พิกเซล)

Pixelsize แทน ขนาดภาพของกล้อง (μm)

Altitude แทน ความสูงในการบิน (m)

Focal แทน ความยาวโฟกัสของกล้อง (mm)



รูปที่ 5 การบินซ้อนทับของภาพ (ที่มา : กัญญา ด้วงฉุน ,2555)

เมื่อได้ภาพจากหุ่นยนต์อากาศยานแล้วนำภาพมาทำการ mosaic เพื่อให้ได้ภาพ Orthomosaic รายละเอียดสูงของพื้นที่ศึกษา และนำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศไปวิเคราะห์ช่วงค่าการสะท้อนของหญ้าทะเล

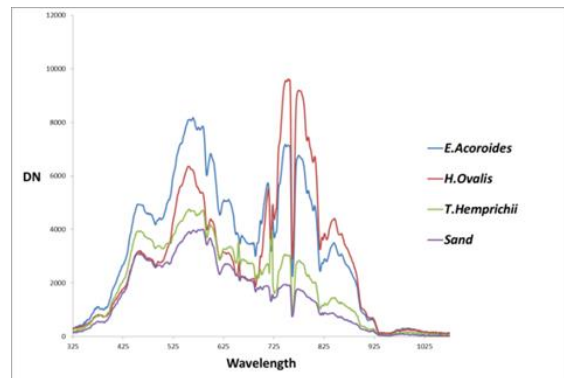
3. วิเคราะห์ข้อมูล

ทดสอบการจำแนกระหว่าง วิธีการจำแนกแบบควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ (Supervised classification) ด้วยขั้นตอนการจำแนกความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood- Classification) วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงคลื่น (Spectral information)

กับวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ (Object-based Image Analysis :OBIA) และข้อมูลเชิงพื้นผิว (Textural Information) เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการจำแนกชนิดพันธุ์หญ้าทะเล โดยวิเคราะห์จาก ภาพถ่ายช่วงคลื่นตามมองเห็น และ ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ และใช้ดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index :NDVI) ช่วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกส่วนที่เป็นพืชพรรณ

3.1 การจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel Based Classification)

การสะท้อนพลังงานที่ความยาวช่วงคลื่นที่ต่างกันของพืชพรรณ ดิน และน้ำ สามารถทำให้แยกประเภทของวัตถุชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีการตอบสนองต่อช่วงคลื่นต่าง ๆ เฉพาะ เรียกว่า ลักษณะบ่งชี้เชิงสเปกตรัม (Spectral Signature) พืชพรรณในช่วงคลื่นที่ตามมองเห็น คลอโรฟิลล์ของพืชดูดกลืนพลังงานสีน้ำเงิน 400-500 nm.,สีแดง600-700 nm. แต่สะท้อนพลังงานสีเขียว 500-600 nm. แต่พบค่าการสะท้อนสูงในช่วงคลื่นอินฟราเรด 700-1300 nm. เพื่อสร้างสัญญาณชี้พลักษณะของหญ้าทะเลแต่ละชนิด (Spectral Signature) เพื่อช่วยในการจำแนกหญ้าทะเล



รูปที่ 4 ค่าการสะท้อนพลังงานของหญ้าทะเลแต่ละชนิด และทราย

ดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index :NDVI) โดยใช้ค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นสีแดง และค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Rouse et al,1974) ในการคำนวณดังสมการที่ (2)

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (2)$$

เมื่อ

NDVI = ดัชนีพืชพรรณ

NIR = ช่วงคลื่นใต้แดงใกล้หรืออินฟราเรดใกล้

RED = ช่วงคลื่นตามองเห็นแสงสีแดง

ในการเน้นข้อมูลภาพ (image - enhancement) เพื่อให้ง่ายต่อการจำแนก การศึกษาครั้งนี้วิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ (Supervised - Classification) ด้วยขั้นตอนการจำแนกความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum- Likelihood- Classification) โดยมีค่าความถูกต้องมากกว่า 60 % ขึ้นไป (Richard -et al.,2006,Roelfsema,2009)

ผู้ควบคุมจะต้องรู้รายละเอียดและ คุณสมบัติของวัตถุว่าเป็นเช่นใดเพื่อนำมาใช้เลือกกลุ่มข้อมูลตัวอย่างที่เป็นค่าความสว่างของจุดภาพซึ่งเป็นตัวแทนของรายละเอียดนั้นในการจำแนกข้อมูล โดยจุดภาพที่เป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่างนั้นเรียกว่า กลุ่มตัวอย่าง (Training Area) เพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลแต่ละประเภทแล้วให้คอมพิวเตอร์ทำการคำนวณค่าสถิติ(สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ,2552)

3.2 การจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-based Classification)

เป็นการคำนวณเนื้อหาหรือการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อให้ได้โครงร่างของเนื้อหา เป็นการวัดค่าความเข้มระดับสีเทาของพิกเซล (Pixel) หรือเรียกการวิเคราะห์แบบนี้ว่า การวิเคราะห์เมตริกซ์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทา (Gray - Level Co - occurrence Matrix : GLCM) (R.M. Haralick, 1979) ใช้การจำแนกเชิงวัตถุ (Object-based Classification) โดยใช้แบบจำลองฐานกฎ (Rule Based Model) หลักการของการที่วัตถุที่มีการสะท้อนเหมือนเป็นวัตถุชนิดเดียวกัน ด้วยวิธี Multi-resolution Segmentation ซึ่งเป็นวิธีการ

แบ่งส่วนแบบ bottom-up region-emerging โดยเป็นการจับกลุ่มของข้อมูลที่เริ่มจะจุดภาพ (Pixel) และใช้ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI และค่าลักษณะของพื้นผิว GLCM (Homogeneity) เข้ามาช่วยในการจำแนก (Su et al, 2009)

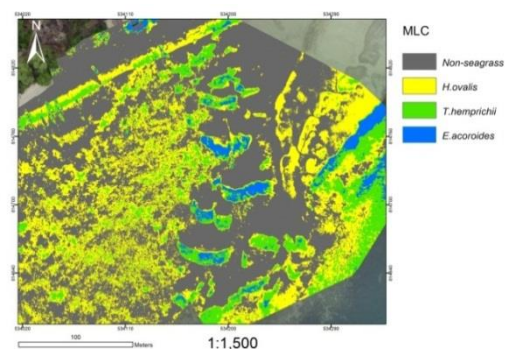
ในขั้นสุดท้ายทำการประเมินการตรวจสอบความถูกต้องของผลการจำแนกข้อมูลโดยใช้วิธีการสร้าง Error Matrix หรือ Confusion Matrix และใช้ Kappa coefficient มาแสดงระดับความสอดคล้องระหว่างข้อมูลอ้างอิง และผลการจำแนกที่ได้มาเป็นระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล (Cohen, 1960)

ผลและวิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้ทำการเปรียบเทียบระหว่างการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ และการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ จากภาพถ่ายรายละเอียดสูงจากหุ่นยนต์-อากาศยานขนาดเล็ก

4.1 ผลการจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลจากข้อมูลเชิงจุดภาพ

การศึกษาครั้งนี้จะทำการจำแนกเฉพาะชนิดพันธุ์ของหญ้าที่พบมากในพื้นที่ศึกษาเท่านั้น ได้แก่ 1) หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) 2)หญ้าใบมะกูด (*Halophila ovalis*) 3)หญ้าชะเงาเต่า (*Thalassia hemprichii*) แสดงดังรูปที่ 5 โดยใช้ดัชนีพืชพรรณ NDVI ช่วยในการแยกส่วนที่ไม่ใช่หญ้าทะเล (non-seagrass area) ผลการประเมินการตรวจสอบความถูกต้องของผลการจำแนก แสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 5 แผนที่การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลด้วยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ (Supervised Classification)

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความถูกต้องของการจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุดด้วยวิธีควมคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ

class	non	Ha.	Th.	Ea.	total	UA%
Non	23	2			25	92
Ho.	1	23	1		25	92
Th.	2	2	20	1	25	80
Ea.			2	22	25	88
total	26	28	23	23		
PA%	88	82	86	95		

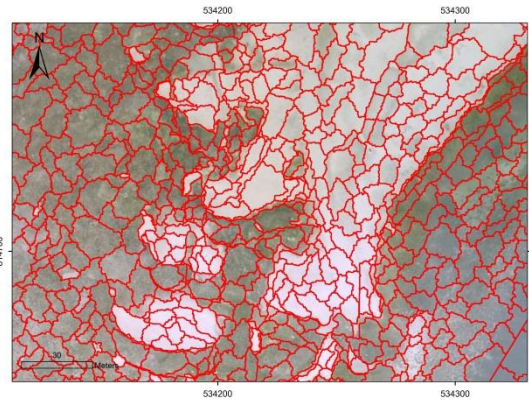
คำอธิบายอักษรย่อ

- Non = non-seagrass
- Ho. = *Halophila ovalis*
- Th. = *Thalassia hemprichii*
- Ea. = *Enhalus acoroides*
- UA = User Accuracy
- PA = Producer Accuracy

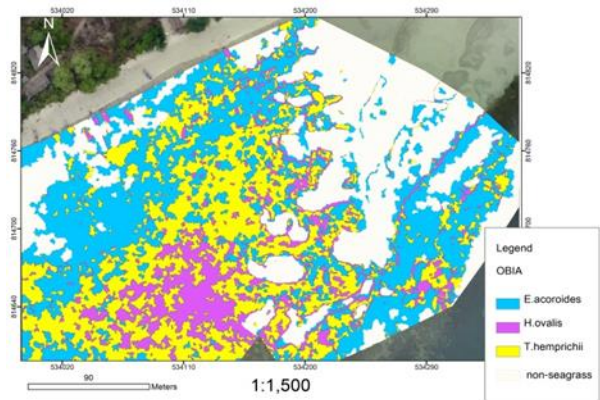
4.2 ผลการจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลจากข้อมูลเชิงวัตถุ

การจัดทำแผนที่ขอบเขตหญ้าทะเล แบ่งพื้นที่ที่เป็นทรายแยกออกจากพื้นที่หญ้าทะเล โดยใช้การการจำแนกเชิงวัตถุ โดยการการจำแนกวิเคราะห์ลายพื้นผิวด้วยการวิเคราะห์เมตริกซ์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทา (Gray – Level Co – occurrence Matrix : GLCM) โดยเลือกค่าลักษณะของพื้นผิว(homogeneity) และค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เข้ามาช่วยในการจำแนกโดยให้ค่าค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดในการจำแนกวัตถุ (Object-based Classification) โดยกำหนดพารามิเตอร์ดังนี้ Scale parameter = 40, Shape = 0.2, Compactness = 0.8 โพลิกอนที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีขนาด 0.000359 ตารางกิโลเมตร และ โพลิกอนที่มีขนาดเล็กที่สุด มีขนาด 0.000007 ตารางกิโลเมตร **แสดงดังรูปที่ 6**

ผลการประเมินการตรวจสอบความถูกต้องของผลการจำแนก **แสดงในตารางที่ 2**



รูปที่ 6 ภาพจากการทำ Multi-scale Segmentation



รูปที่ 7 แผนที่การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลโดยการจำแนกเชิงวัตถุ (Object-based Classification)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความถูกต้องของผลการจำแนกขอบเขตหญ้าทะเลรายละเอียดสูง

class	Ea.	Ha.	Th.	non	total	UA%
Ea.	18	4	1	2	25	72
Ho.		20	3	2	25	80
Th.	1	2	20	1	25	84
non	2	2	1	20	25	80
total	21	28	25	25		
PA%	83	76	77	86		

คำอธิบายอักษรย่อ

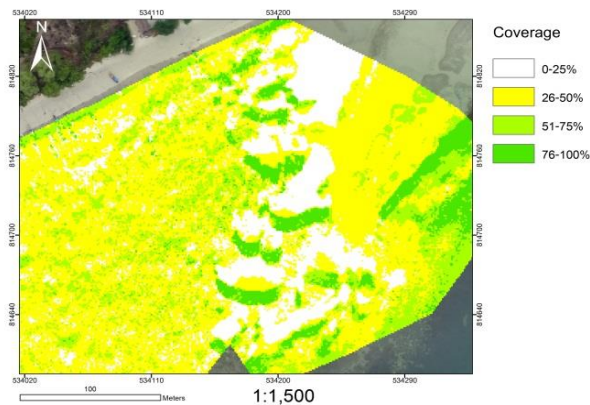
- Non = non-seagrass
- Ho. = *Halophila ovalis*
- Th. = *Thalassia hemprichii*
- Ea. = *Enhalus acoroides*
- UA = User Accuracy
- PA = Producer Accuracy

จากการเปรียบเทียบการจำแนกระหว่างวิธีการจำแนกแบบควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ กับวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ ผลปรากฏว่าวิธีการจำแนกแบบควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าความถูกต้องโดยรวมมากกว่า วิธีการจำแนกเชิงวัตถุ โดยค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 88 และร้อยละ 80 ตามลำดับ และมีค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.84 และ 0.71 ตามลำดับ

ดังนั้นจึงได้นำวิธีการจำแนกแบบควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ มาใช้เพื่อหาความหนาแน่นของหญ้าทะเลในพื้นที่ศึกษา

4.3 ผลการจำแนกร้อยละความหนาแน่นของหญ้าทะเล การจำแนกร้อยละความหนาแน่นของหญ้าทะเล

แบ่งระดับออกเป็น 4 ระดับดังนี้ 1) สมบูรณ์น้อย หมายถึง มีการปกคลุมของหญ้าทะเลน้อยกว่าร้อยละ 25 2) สมบูรณ์ปานกลาง มีการปกคลุมของหญ้าทะเลร้อยละ 26-50 3) สมบูรณ์ดี มีการปกคลุมของหญ้าทะเลร้อยละ 51-75 4) สมบูรณ์มากการปกคลุมของหญ้าทะเลร้อยละ 76-100 (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางประมง ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2557) ด้วยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ **แสดงดังรูปที่ 6** ผลการประเมินการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก **แสดงในตารางที่ 3**



รูปที่ 6 แผนที่ร้อยละความหนาแน่นของหญ้าทะเลด้วยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ(Supervised Classification Maximum Likelihood- Method)

ตารางที่ 3 ผลการจำแนกร้อยละความหนาแน่นของหญ้าทะเล

Class	0-25	26-50	51-75	76-100	total	UA %
0-25	17	6	2		25	68
26-50		19	6		25	76
51-75		2	17	6	25	68
76-100	1			24	25	69
total	18	27	25	30	100	
PA%	94	73	68	80		

คำอธิบายอักษรย่อ

UA = User Accuracy

PA = Producer Accuracy

โดยความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 77% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.69

วิจารณ์และสรุปผล

ในการสำรวจพื้นที่หญ้าทะเลจะนั้นจำเป็นจะต้องสำรวจในช่วงเวลาน้ำลง เพื่อให้ได้ผลที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งดาวเทียมนั้นไม่สามารถ กำหนดช่วงเวลาในการถ่ายภาพได้ เนื่องจากหญ้าทะเลเป็นระบบนิเวศที่อ่อนไหวและได้รับผลกระทบทั้งจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำระบบหุ่นยนต์อากาศยานประยุกต์เทคนิคในการสำรวจซึ่งสามารถกำหนดช่วงเวลาในการบันทึกภาพได้อย่างอิสระ(Temporal Resolution) ข้อมูลที่ได้นั้นมีรายละเอียดสูงและมีความเป็นปัจจุบันมากที่สุด

จากการศึกษาที่ผ่านมา การศึกษาของ วิศรุทธิ์ อินทรเรือง(2557)ได้ทำการแผนที่การจำแนกชนิดหญ้าทะเล ใน อ่าวป่าคลอกจังหวัดภูเก็ต ด้วยวิธีควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ จากดาวเทียม WorldView-2 พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 75% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.61

จตุพร พันธุ์ทอง (2554) ทำการศึกษาการประยุกต์การรับรู้ระยะไกลเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลการจำแนกหญ้าทะเล พื้นที่อ่าวคังกระเบน จังหวัดจันทบุรีพบว่า การจำแนกหญ้าทะเลด้วยวิธีการ Minimum Distance to Means และวิธีการMaximum Likelihood Classifier มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยเท่ากับ 75 % โดยใช้ข้อมูลการดาวเทียม THEOS และ ดาวเทียม ALOS



โดยผลการศึกษาค้นคว้า พบว่าการจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลจากวิธีจำแนกแบบควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ มีความถูกต้องถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 88% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.84 การจำแนกชนิดพันธุ์ของหญ้าทะเลจากวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ ค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 77% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.71 จึงนำวิธีจำแนกแบบควบคุมโดยผู้เชี่ยวชาญ มาทำการการจำแนกร้อยละความหนาแน่นของหญ้าทะเล พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมอยู่ที่ 77% และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.69 จากการศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการจำแนกจากข้อมูลเชิงจุดภาพ (Pixel Based Classifications) มีความถูกต้องมากกว่า วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ(Object Based Classification) จะเห็นได้ว่าการจำแนกชนิดของหญ้าทะเล จากหุ่นยนต์อากาศยานนั้นมีความถูกต้องโดยรวมนั้นมากกว่าข้อมูลภาพที่ได้จากดาวเทียม ซึ่งภาพที่ได้จากหุ่นยนต์อากาศยานนั้นมีรายละเอียดของภาพ(Resolutions)อยู่ที่ประมาณ 10 เซนติเมตร ต่อ 1 พิกเซล ซึ่งละเอียดมากกว่าดาวเทียม ทำให้มีความถูกต้องมากกว่า

ชนิดของหญ้าทะเลที่พบมากในพื้นที่ได้แก่ หญ้าคาทะเล (*Enhalus acoroides*) หญ้าใบมะกูด (*Halophila ovalis*) และ หญ้าชะเงาเต่า (*Thalassia hemprichii*) เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาเก็บข้อมูลให้ครบทั้ง 2 ช่วง คือ ช่วงก่อนฤดูมรสุม และ หลังฤดูมรสุม เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หญ้าทะเล เนื่องจากหญ้าทะเลเป็นแหล่งทรัพยากรแรก ๆ ที่ได้รับผลกระทบจากธรรมชาติและมนุษย์ ไม่ว่าจะทั้งทางตรงและทางอ้อม

คุณภาพของภาพที่ได้นั้นจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาบันทึกภาพ ควรหลีกเลี่ยงช่วง 11 นาฬิกา ถึง 13 นาฬิกา เนื่องจากแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์มากกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ ทำให้เกิดปัญหาในการต่อภาพ (mosaic)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร. มาโนช วงษ์สุริรัตน์ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม ในการเข้าใช้พื้นที่ศึกษา ทำการศึกษา และอำนวยความสะดวกในการเข้าใช้พื้นที่ทุนอุดหนุนงานวิจัยจาก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา และห้องปฏิบัติการอากาศยานไร้คนขับ คณะภูมิ

สารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์หุ่นยนต์อากาศยานขนาดเล็ก

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2556) **คลังความรู้ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง** วันที่ค้นข้อมูล 21 สิงหาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://marinegiscenter.dmcr.go.th/km/seagrass_doc01/#.WBizmi19670
- จตุพร พันธุ์ทอง. (2554). **การประยุกต์เทคนิคการรับรู้ระยะไกลเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากหลายแหล่งในการจำแนกหญ้าทะเลกรณีศึกษา อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี** คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยานิพนธ์ สดตแสงจันทร์. (2556). **การจำแนกเชิงวัตถุจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม THEOS : กรณีศึกษาในบริเวณจังหวัดนนทบุรี.** ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิศรุทธิ์ อินทรเรืองม วีระพงศ์ เกิดสินม ศุภะสิทธิ์ บุญเพียรผล, และ ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์ (2557) **การประยุกต์ใช้การสำรวจภาคสนามร่วมกับ การสำรวจระยะไกลเพื่อสร้างแผนที่ขอบเขต และการแพร่กระจายของหญ้าทะเลกรณีศึกษาอ่าวปากคลอง จังหวัดภูเก็ต.** การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเลครั้งที่ 4 ศูนย์ประชุมนานาชาติติดลองศิริราชสมบัติครบ 60ปี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา: 10-12 มิถุนายน พ.ศ.2557
- สุกัญญา คังฉุน. (2555). **ภาพถ่ายทางอากาศ** วันค้นข้อมูล 23 สิงหาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://sukanyageo29.blogspot.com/2012/06/blog-post_3462.html.
- สมบัติ ภูวชิรานนท์, กาญจนา อุดลฤกษ์กุล, ภูธร แซ่หลิม, อติศร เจริญวัฒนาพร, ชัยมงคล แยมอรุณพัฒนา,และ จันทรเพ็ญ วุฒิวรวงศ์.(2549).**หญ้าทะเลในน่านน้ำไทย.** สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน



สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน.(2554) การติดตามการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในแหล่งหญ้าทะเลคุบุรีโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน วันค้นข้อมูล 23 สิงหาคม 2558, เข้าถึงได้จาก <http://readgur.com/doc/2253312/>

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2552).**ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์**. กรุงเทพฯ: อมรินทร์ พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง

Anchana Prathep, Kitsanai Charoenjit.(2009) **Seagrass Mapping Using Landsat Imagery Before and After Tsunami from 2003 – 2009 investigation in Libong Island, Thailand**. Centre for Biodiversity of Peninsular Thailand, Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University.

Haralick. R. M. (1979). **Statistical and structural approaches to Texture**. Proceedings of the IEEE. Vol. 67, No. 5. pp. 786-804.

Kitsanai Charoenjit,Pongsan Mittranon, Anchana Prathep. (2014) **Using Mini Drone for Seagrass High Resolution Mapping in Had Chao Mai, Southern Thailand**. e-proceeding of International BioScience Conference 2014 and 5 th Joint PSU-UNS BioScience Coference 29-30 September 2014 Phuket, Thailand

Meehan A. J., Willaim R. J. and Watford F. A.(2005).**Detecting Trend in Seagrass Abundance Using Aerial Photograph Interpretation : Problems Arising with the Evolution of Mapping Methods**. Estuaries Vol.28 No. 3 p.462-472

Mitchell Lyons, S. Phinn, C. Roelfsema. (2011). **Long Term Land Cover and Seagrass Mapping Using Landsat Sensors from 1972 – 2010 in the Coastal Environment of South East Queensland, Australia**. Biophysical Remote Sensing Group, Centre for Spatial Environmental Research, School of Geography, Planning and Environmental Management, University of Queensland, Australia.

Roelfsema C.M.,M. Lyons,E.M. Kovacs,P.Maxwell,M. I. Suanders.(2014) **Muti-temporal mapping of seagrass cover, species and biomass :A semi-automated object baesd image analysis approach**. Remote Sensing of Environment.Vol 150 pp.172-187

Rouse J. W., R. H. Haas, J. A. Shell ,D. W. Deering and J.C. Harlan (1974) **Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation**. Final Report, Type III,NASA/GSFC, Greenbelt MD, 371 pp

Richard G. Lathrop, Paul Montesano, and Scott Haag (2006).**A Multi-scale Segmentation Approach to Mapping Seagrass Habitats Using Airborne Digital Camera Imagery**. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 72, No. 6, pp. 665–675.